

УДК 556.32:504.55

Г. Г. ЛЮТИЙ, канд. геол.-мінерал. наук, провідний науковий співробітник,
 І. В. САНИНА, завідувачка сектору регіональних гідрогеологічних досліджень,
 Н. Г. ЛЮТА, канд. геол.-мінерал. наук, завідувачка відділу гідрогеологічних та еколого-геологічних досліджень (УкрДГРІ)

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ БУРІННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ СВЕРДЛОВИН НА ВОДУ В СКЛАДНИХ УМОВАХ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

У статті викладено методичні підходи з обґрунтування вибору ділянок надр для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду в умовах гідрогеологічної області Українського щита й інших гідрогеологічних структур, у межах яких водоносні горизонти промислового значення пов'язують з нерівномірно тріщинуватими породами.

Запропоновано метод поступового наближення до перспективної ділянки, який передбачає, що комплекс геологорозвідувальних робіт виконуватимуть у певній послідовності, а в підсумку значно підвищуватимуть результативність буріння.

Ключові слова: Український щит, зона тріщинуватості, буріння свердловин на воду.

Lyutyi G. G., leading researcher, candidate of geological-mineralogical sciences, Sanina I. V., head of the sector of regional hydrogeological studies, Lyuta N. G., head of the Department of hydrogeological and environmental studies, candidate of geological-mineralogical sciences (UkrSGRI)

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF IMPROVING THE WATER WELLS DRILLING EFFICIENCY IN DIFFICULT CONDITIONS OF UKRAINIAN SHIELD

This article describes methodological approaches to support the choice of subsoil places for drilling exploratory water wells in the hydrogeological conditions of the Ukrainian Shield area and other hydrogeological structures within which aquifers of commercial value confined to irregularly fractured rocks.

The territory of the Ukrainian Shield is characterized by very complex hydrogeological conditions. The filtration heterogeneity of the main aquifer, connected with fractured zones of crystalline rocks, greatly complicates the solution of water supply problems. The proposed method of gradual approximation to the prospective site can significantly improve the efficiency of drilling. This method provides the execution of works in certain order, namely: collection and analysis of fond materials on the area of work, aerial photographs analysis, conducting of field reconnaissance hydrogeological studies, gas survey and hydrometric measurements, geophysical studies and the choice of optimal methods of exploration and wells drilling.

Keywords: Ukrainian shield, fracture zone, water well drilling, geophysical methods.

У межах України найскладніші умови з погляду гідрогеології характерні для території Українського щита. Фільтраційна неоднорідність основного водоносного горизонту цієї гідрогеологічної області, приуроченого до тріщинуватої зони кристалічних порід, суттєво ускладнює вирішення проблеми водопостачання.

З досвіду відомо, що в останні роки результативність буріння експлуатаційних свердловин на воду різко впала через те, що місця, де їх бурять, вибирають без належного обґрунтування.

Варто зауважити, що методичні підходи до вибору ділянок надр для ефективного буріння експлуатаційних свердловин на воду в межах щита свого часу було розроблено й втілено в життя у ВГО "Північукргеологія" [2]. На жаль, ці розробки не впровадили у виробництво на інших геологічних підприємствах України, а, судячи з аналізу сучасного досвіду вирішення проблеми водопостачання об'єктів, розміщених у межах Українського щита, взагалі забули про них.

У цій статті викладено методичні підходи з обґрунтування вибору ділянок надр для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду в умовах гідрогеологічної області Українського щита й інших гідрогеологічних структур, у межах яких водоносні горизонти промислового значення пов'язують з нерівномірно тріщинуватими породами.

До розроблення цих методичних підходів долучився цілий ряд геологів, гідрогеологів і геофізиків ВГО "Північукргеологія" та Інституту геологічних наук НАНУ, а саме: В. М. Шестопалов, Г. В. Лисиченко, І. Д. Багрій, О. М. Шмар'ян, М. П. Байсарович та інші [1, 2].

Загалом зазначені підходи – уособлення одного з основних геологічних методів досліджень природних об'єктів, який отримав назву методу поступового наближення. Згідно із цим методом роботи з еколого-гідрогеологічного обґрунтування вибору місць буріння виконують у певній послідовності, а саме: попередньо обробляють фондові й архівні матеріали стосовно району, до якого входить об'єкт водопостачання, аналізують аерофотоматеріали, проводять польові гідрогеологічні рекогносцирувальні обстеження ділянки майбутніх робіт, атмосферні знімання й гідрометричні вимірювання, геофізичні дослідження та вибирають оптимальну методику проходження розвідувально-експлуатаційних свердловин.

Безумовно, кожного разу перелік згаданих досліджень, як і їхню послідовність, може бути скориговано. Однак, на думку авторів, саме наведений перелік досліджень і визначена послідовність їх проведення забезпечують позитивні результати буріння в найскладніших умовах Українського щита.

Безумовно, кожного разу перелік згаданих досліджень, як і їхню послідовність, може бути скориговано. Однак, на думку авторів, саме наведений перелік досліджень і визначена послідовність їх проведення забезпечують позитивні результати буріння в найскладніших умовах Українського щита.

Попередня обробка фондових та архівних матеріалів стосовно району робіт

Попередньо оцінивши можливості виконання поставленого завдання, задля удешевлення робіт з еколого-гідрогеологічного обґрунтування потрібно проаналізувати всі геологічні й гідрогеологічні картографічні матеріали щодо району робіт,

результати гідрогеологічних досліджень з вирішення проблем водопостачання й еколого-геологічних досліджень.

Найінформативнішими, на нашу думку, можуть стати картографічні матеріали масштабу 1:200 000 й крупніші. На цьому етапі вивчають геологічні розрізи району до глибини, придатних для проведення подальшого буріння за технічними показниками, а також показниками водозбагаченості та якості підземних вод. Вивчення геологічних матеріалів розпочинають з аналізу гідрогеологічних карт, матеріалів пошуків і розвідки підземних вод. Відтак визначають глибини, потужність водоносних горизонтів, їхні гідродинамічні параметри й гідрохімічні показники, величини допустимих знижень й тенденції зміни рівнів підземних вод у часі за даними спостережень свердловин.

Прийняти обґрунтоване рішення на цьому етапі можна аналізуючи умови захищеності водоносних горизонтів району від забруднення з поверхні, зафіксовані зміни рівнів і гідрохімічного складу водоносних горизонтів, встановлюючи причини негативних тенденцій та оцінюючи можливості подальшого погіршення ситуації.

Унаслідок аналізу геологічних і гідрогеологічних досліджень виділяють перспективні водоносні горизонти, які дають змогу вирішити проблему водопостачання замовника й виконати поставлене геологічне завдання. За даними фондових і архівних матеріалів проводять попередні гідродинамічні розрахунки можливості отримання з конкретного водоносного горизонту замовленої кількості води.

Крім фондових та інших різною мірою узагальнених матеріалів, які зберігаються в геологічних організаціях, потрібно використовувати фактичні матеріали щодо групових діючих водозаборів і поодиноких експлуатаційних сверд-

ловин. Ці матеріали потрібні для складання або уточнення карт фактичного матеріалу й карт гідрогеологічного змісту, а також відповідних каталогів, аналіз яких дає змогу уточнити й оптимізувати вибір перспективних ділянок під буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин.

Водночас потрібно проаналізувати матеріали аерофотознімання. Досвід підтверджує, що з їхньою допомогою можна зробити перший ефективний крок у виборі перспективної ділянки для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин. Завдяки аерофотоматеріалам на місцевості легко ідентифікувати розривні тектонічні порушення, з якими, власне, і пов'язують перспективні обводнені зони в корінних породах щита. Здебільшого найперспективніші ділянки для буріння на воду приурочено до місць перетину розривних тектонічних порушень за умови, що місце перетину розміщене в долині річки чи струмка. Звичайно, лише дані аерофотознімання не можна розглядати як абсолютно достовірні показники перспективності ділянки й результативності свердловини, яку проєктують. Але вони дають змогу суттєво скоротити пошуки перспективних ділянок, зосередивши подальші дослідження на площах, виділених за даними матеріалів аерофотознімання.

Вибираючи перспективні ділянки для результативного гідрогеологічного буріння, доцільно використовувати спеціалізовану гідрогеологічну карту північної й центральної частин Українського щита масштабу 1:200 000 (рис. 1), яку створено в УкрДГРІ задля забезпечення еколого-геологічного обґрунтування вибору ділянок надр для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду (Г. Г. Лютий, Г. І. Грищенко, 2009 р.).

Укладаючи її, фахівці відбракували водоносні горизонти в четвертинних відкладах, оскільки вони слабкозахище-

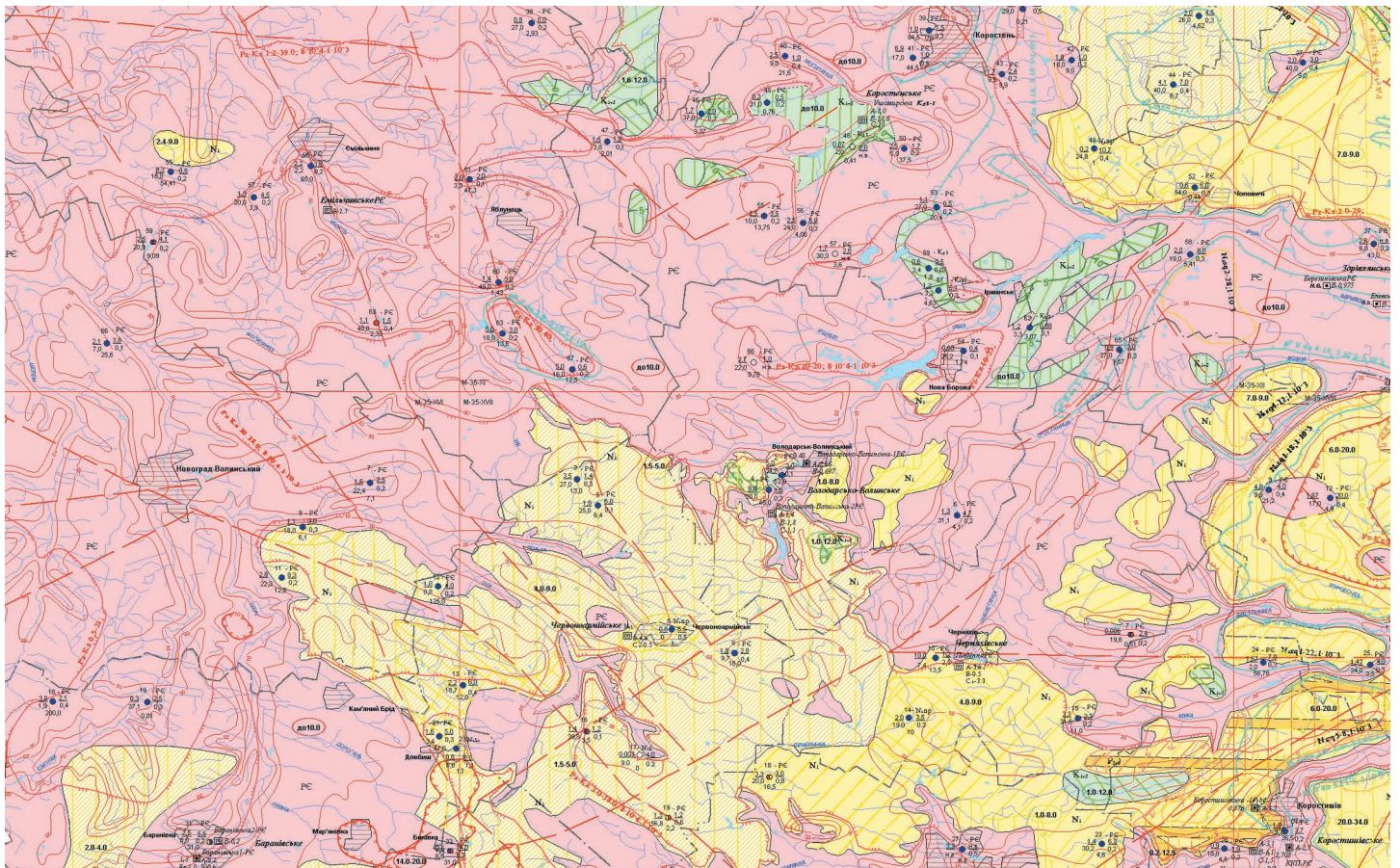


Рис. 1. Фрагмент спеціалізованої гідрогеологічної карти північної й центральної частин Українського щита масштабу 1:200 000

ні й відповідно найвразливіші до дії техногенних чинників. Такі природні особливості унеможливають забезпечення стабільної якості підземних вод зі свердловин, обладнаних на водоносні горизонти в четвертинних відкладах. Щодо водоносних горизонтів, які залягають глибше, ніж перші від поверхні, то здебільшого вони теж незахищені чи умовно захищені. Але, порівняно з горизонтами в четвертинних відкладах, вони захищені ліпше, що робить їх надійнішими в експлуатації стосовно якості підземних вод.

На відміну від раніше створених гідрогеологічних карт, ця спеціалізована гідрогеологічна карта дає змогу в кожній точці закартованої площі одержати потрібну вихідну інформацію, щоб виконати розрахунок прогностичних показників продуктивності майбутнього свердловинного водозабору, а відтак вибрати достеменно перспективні ділянки для спорудження експлуатаційних свердловин на воду в складних гідрогеологічних умовах Українського щита для повного задоволення потреб замовника.

Перші від поверхні водоносні горизонти на карті показані суцільним зафарбуванням, яке відповідає віковій водовмісних порід. За умов наявності на ділянці кількох водоносних горизонтів, вони показані у вигляді смуг: широка горизонтальна смуга – це перший від поверхні водоносний горизонт, вузька горизонтальна – другий від поверхні й вузька вертикальна смуга – третій від поверхні водоносний горизонт.

Якщо розріз має понад три водоносні горизонти, то їхні контури на карті показані смугами відповідного кольору. Усередині контуру ізолінії потужності водоносного горизонту також позначено відповідним кольором.

Лініями з бергштрихами позначено контури поширення слабопроникних товщ. Біля цих контурів наведено інформацію стосовно стратиграфічної приналежності, діапазону значень потужності слабопроникних порід і їхні коефіцієнти фільтрації. Колір цифрової інформації відповідає віковій зазначених товщ, лише біля контуру поширення неогенових глин інформацію нанесено чорним кольором.

В овалі, колір якого відповідає стратиграфічній приналежності водовмісних порід, розміщено інформацію щодо інтервалу залягання відповідного водоносного горизонту. Хімічний склад води того чи іншого водоносного горизонту на карті позначено відповідним кольором значків водопунктів, що означає тип води за аніонним складом, а також цифрою мінералізації води біля позначки. Інформація щодо водоносного горизонту, на який було пробурено свердловину, міститься над позначкою поруч із номером водопункту.

Ураховуючи досить складні розрізи пухких порід, основна карта має супровідну карту-накладку (рис. 2), на якій показано розрізи цих порід, що їх розкрили гідрогеологічні свердловини, пробурені в межах Українського щита. Зазначені дані можуть бути використані як для вибору перспективних інтервалів обсадження фільтром, так і для розрахунку представницького значення коефіцієнта фільтрації, а також для висновків щодо просторової інтерпретації даних стосовно конкретної свердловини.

Значення коефіцієнта фільтрації для гранулярних колекторів визначають з наведеної в умовних позначках цієї карти інформації щодо показників цього параметра залежно від літологічного складу водовмісних порід. Літологічний склад

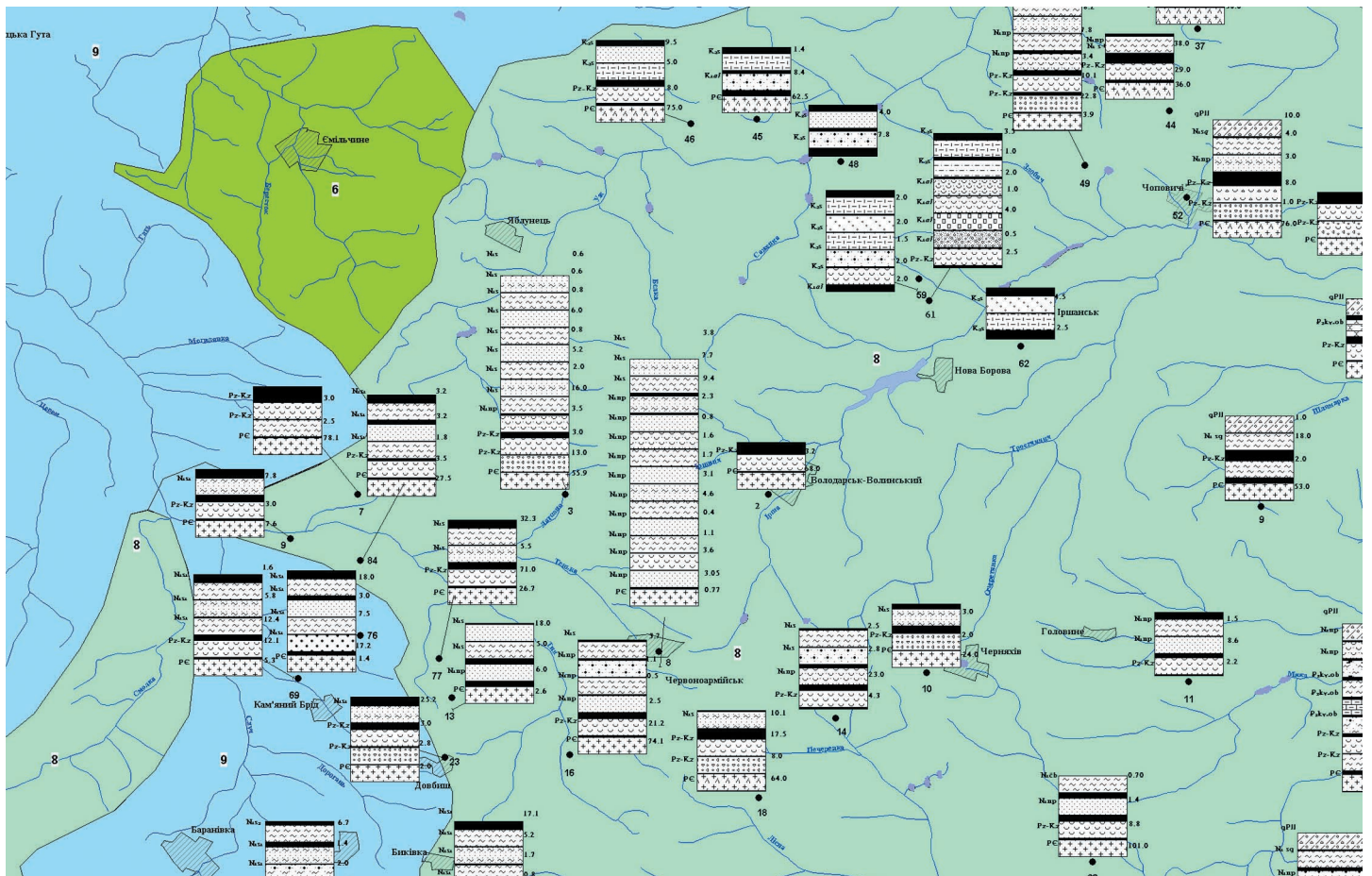


Рис. 2. Карта-накладка до спеціалізованої гідрогеологічної карти північної й центральної частин Українського щита масштабу 1:200 000 (розрізи порід, які було розкрито гідрогеологічними свердловинами, пробуреними в межах Українського щита)

порід на карті й на колонках свердловин відображено крапом, з допомогою якого із застосуванням інформації з умовних позначок можна визначити коефіцієнт фільтрації вибраного цілого водоносного горизонту на тій чи іншій ділянці.

Для розрахунку продуктивності свердловин рекомендує використовувати формули Маскета, в яких ураховано наближену до кругової межу з постійними витратами. Застосування цих залежностей, на нашу думку, дозволить отримати прогнози з певним рівнем інженерної міцності. До того ж вони дають змогу обґрунтувати рівномірне розміщення за площею цілої системи свердловин, які можуть забезпечувати водою споживачів. На користь зазначеного підходу свідчить і те, що подібним чином оцінювали й прогнозні ресурси підземних вод. Звичайно, в окремих випадках, здійснюючи прогнозування, можна використовувати залежності Тейсса й Дюпюї. Але при цьому потрібно обґрунтувати природні параметри й заплановану систему використання підземних вод.

Рекомендовано такі формули Маскета:

$$- \text{ для напірних вод: } S = \frac{Q}{2\pi km} \left[\ln \frac{R_k}{r} + \frac{2at}{R_k^2} - \frac{3}{4} \right],$$

$$- \text{ для безнапірних вод: } S = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{\pi k} \left(\ln \frac{R_k}{r} + \frac{2a_y t}{R_k^2} - \frac{3}{4} \right)},$$

де S – прогнозне зниження, м;

m і H – потужність напірного й безнапірного водоносного горизонту, Q – прогнозний дебіт водозабору, м;

k – коефіцієнти фільтрації, м/добу;

a і a_y – коефіцієнти п'єзопровідності й рівнепровідності, м²/добу;

t – розрахунковий час, доба;

r – радіус свердловини, м;

R – радіус водозбірної площі, обмеженої контуром постійних витрат, що дорівнюють 0 .

З допомогою перевірочних обчислень з'ясовано, що найдоцільніший розмір цієї площі F для напірних водоносних горизонтів становить 4,0 км², а для безнапірних водоносних горизонтів – 2,0 км². Отже, радіус визначають за формулою:

$$R = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \text{ м.}$$

Здебільшого вищезгаданого аналізу достатньо, щоб обґрунтувати з еколого-гідрогеологічного погляду вибір ділянки під буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин і забезпечити високий рівень досягнення позитивних результатів. Зокрема, в умовах Українського щита таке обґрунтування можна застосувати щодо водоносних горизонтів у неогенових, палеогенових і частково крейдових утвореннях, представлених середньозернистими, різнозернистими пісками та карбонатними породами з досить високими показниками водопрохідності.

Якщо вирішення проблеми водопостачання замовника можна пов'язувати лише з використанням тріщинних вод кристалічних порід, для об'єктивного еколого-гідрогеологічного вибору перспективної ділянки потрібно провести спеціальні атмосферні, гідрометричні й геофізичні дослідження, про які йдеться нижче.

Вибір ділянок, перспективних для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин, за даними польового гідрогеологічного обстеження

Польове гідрогеологічне обстеження ділянок, перспективних для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин

на воду, – обов'язковий етап проведення робіт. Його завдання багато в чому залежить від того, на який водоносний горизонт плануємо проводити бурові роботи. У разі, коли метою робіт є водоносні горизонти в покривних відкладах крейди, палеогену й неогену, обстеження з поверхні землі зазвичай не дає вичерпної інформації, за винятком з'ясування умов заїзду бурового верстата до місця буріння й визначення поточних екологічних умов експлуатації майбутнього водозабору.

Передусім потрібно дослідити наявність у зоні впливу майбутнього водозабору підприємств – можливих або встановлених забруднювачів, їхніх шламонакопичувачів, відстійників тощо.

Для визначення можливості використання водоносного горизонту в тріщинуватих кристалічних породах, обстеження, як і в разі з водоносними горизонтами в покривних відкладах, звичайно супроводжують попереднім вивченням аерофотоматеріалів щодо території перспективної ділянки.

За результатами вивчення аерофотознімків можна виявити розломні зони, що супроводжуються тріщинами тектонічного й екзогенного походження. Звичайно, дані аерофотознімання не дозволяють установити рівень розкритості цих розломних порушень, а тим паче параметри проникності водоносних горизонтів, пов'язані з цими порушеннями, але дають змогу досить точно встановити просторове положення ділянки, до якої може бути приурочено придатний для буріння водоносний горизонт. Далі на визначених таким способом ділянках доцільно проводити подальші дослідження для оцінення їхньої перспективності.

Уже на етапі польового обстеження виділених з допомогою дистанційних методів перспективних ділянок їх можна відповідно розбракувати й оцінити за отриманими під час обстеження показниками і більш, і менш перспективні. При цьому потрібно мати на увазі, що до перспективніших зараховують насамперед ті ділянки, що розміщені в долинах річок та їхніх приток.

Відповідно до умов формування ресурсів підземних вод у кристалічних породах Українського щита й характеру проявів зон підвищеної тріщинуватості на земній поверхні, перспективнішими слід вважати ті ділянки, у межах яких можна чітко простежити заболоченість, поширення вологолюбної рослинності або, ще ліпше, природні виходи підземних вод у вигляді джерел. До перспективних потрібно зараховувати також розширені ділянки річкових долин, порівняно із сусідніми, або ділянки різкої зміни напрямку русел річок та їхніх приток.

Усі зазначені показники – непрямі, тому для остаточного вибору в межах найперспективніших ділянок слід продовжити дослідження на більш високому рівні. Щоправда, треба зазначити, при остаточному виборі мусимо зважати на бажання майбутнього водоспоживача, при цьому інколи ігноруючи реалії конкретних гідрогеологічних умов. Однак гідрогеологічними критеріями вибору на цьому етапі досліджень у межах площ, узгоджених з надрокористувачем, нехтувати не варто.

Вимоги до проведення польового обстеження – стандартні. У процесі обстеження описують усі наявні в межах досліджуваної ділянки природні й штучні водопункти за такими критеріями: поточні дебіти, параметри опробування під час спорудження й проведення дослідно-фільтраційних робіт, зокрема коефіцієнти фільтрації, водопрохідності, рівне- і п'єзопровідності, допустимі зниження, характеристика

якості води за весь період спостережень, тенденція водного потоку в умовах техногенного навантаження в процесі експлуатації обстежених водозабірних споруд.

Щодо можливих джерел забруднення підземних вод, то, обстежуючи їх, потрібно зібрати дані стосовно проектних показників експлуатації, передбачених заходів захисту підземних вод від негативного техногенного впливу, стану виконання проектів розроблення й фактичного стану об'єкта, насамперед щодо його впливу на гідродинамічний і гідрохімічний стан підземних вод, особливо цільових водоносних горизонтів.

У подальшому узагальнені матеріали обстеження використовують для оцінювання продуктивності й прогнозування стабільності якості підземних вод локального водозабору в часі.

Польові гідрологічні дослідження, еманацияне, атмогеохімічне й термометричне знімання

Подальше еколого-гідрологічне обґрунтування перспективних ділянок для буріння дослідно-експлуатаційних свердловин рекомендують здійснювати з допомогою польових гідрологічних, еманацияних, атмогеохімічних і термометричних досліджень. Для цього застосовують такі методи.

Еманацияне та гелієве знімання дає змогу виявити тектонічно напружені зони, поховані під потужними осадовими відкладами, що є характерним для умов Українського щита. Відносно високі за значеннями показники розвантаження по цих зонах радону й гелію свідчать про наявність активних неотектонічних порушень, з якими можна пов'язувати перспективні гідропровідні зони. Зазначений метод дозволяє в експресному варіанті визначити перспективні ділянки незалежно від їхнього геоморфологічного положення. Водночас варто зазначити, що радонові й гелієві аномалії в приземному шарі за наявності потужних покривних відкладів дуже "розмазані", іноді в процесі міграції від поверхні кристалічних порід до поверхні землі планово зміщені, тому результати еманацияного знімання, а також інших газових знімань, зокрема гелієвого, потрібно завіряти більш прецизійними геофізичними методами.

Газове знімання за вуглекислим газом звичайно виконують спільно з еманацияним і гелієвим зніманням, що дає змогу оцінити положення розломно-тріщинних зон з характерною для них сучасною геодинамічною активністю, і виділити в цих зонах найпроникніші ділянки. Як і в разі з еманацияним зніманням, аномалії CO₂ часто зміщуються в приповерхневому шарі стосовно покривлі тріщинної зони. Це зміщення відбувається в напрямку руху потоку ґрунтових вод і зазвичай аномалії CO₂ при цьому просторово не збігаються з аномаліями радону, коли цей вид досліджень комплексують з еманацияним зніманням. Водночас газове знімання за вуглекислим газом дає дослідникам достатній матеріал для того, щоб ґрунтовно обміркувати можливість виявлення на ділянці, яку вивчають, тектонічних водопроникних зон.

Гідрологічні дослідження. Об'єктивніші дані можна отримати внаслідок проведення гідрологічних досліджень. Базують ці дослідження на передумові, що обсяги взаємозв'язку водоносних горизонтів з поверхневими водами залежать від проникності порід, що містять підземні води, та проникності тих порід, які перекривають водоносний горизонт, що розвантажуються в поверхневий водотік. Звичайно, зазначена передумова має свої обмеження і її можна застосовувати, виконуючи оцінювання для водоносних горизонтів, що залягають неглибоко, а також під час меженого періоду, коли

водоносні горизонти розвантажуються в річки та їхні притоки. При цьому передбачають, що обсяги розвантаження підземних вод у поверхневій водотокі залежатимуть від проникності, і так само водозбагаченості кристалічних порід у долинах річок.

Взаємозв'язок між підземними й річковими водами вивчають різними методами залежно від масштабу й мети робіт. При середньо- та крупномасштабних дослідженнях підземної складової річкового стоку в основному використовують гідрологічні методи.

З досвіду, який накопичено в ІГН НАНУ, відомо [1], що коли проводять крупно- та середньомасштабні дослідження, певні результати можна одержати комплексуючи більш експресні й менш витратні гідрологічні й індикаторні методи в руслах річок (гідрометричне руслове знімання, розчленування гідрографів річок, руслове термометричне й радонове знімання). З-поміж гідрологічних найширше застосування в практиці нині має гідрометричний метод, який заснований на проведенні епізодичного гідрометричного вимірювання витрат ріки в перетинах відносно рівномірно поділеного на відповідні відрізки її русла, бажано в межений період, та отриманні розрахункових величин стоку визначеної забезпеченості статистичними методами.

Визначені внаслідок гідрометричних, еманацияних і температурних досліджень поверхневих водотоків показники потрібно зараховувати до лінійних параметрів цих водотоків. Місія розміщення встановлених аномальних лінійних модулів слід розглядати як ділянки, перспективні щодо отримання позитивних результатів розвідувально-експлуатаційного буріння на підземні води.

Потрібно зазначити, що досвід роботи ДГП "Північукраїногеологія" на території Українського щита засвідчив достатню надійність прогнозів, здійснених на основі визначення аномальних показників річкового стоку.

За умови, коли водоспоживач розміщений на вододілі, що потребує й відповідного розміщення розвідувально-експлуатаційних свердловин, зони, які отримано внаслідок гідрометричних досліджень, можна простежити в напрямку зазначених вододілів за рельєфом або за даними газометричних методів.

Геофізичні дослідження

На території Українського щита основний водоносний горизонт, який використовують для водопостачання населених пунктів, промислових і сільськогосподарських підприємств, – це горизонт у тріщинуватій зоні кристалічних порід. Ці породи представлені різноманітними за складом метаморфічними, ультраметаморфічними, метасоматичними й інтрузивними утвореннями архей-пінзюпротерозойського віку, які майже повсюдно перекриті чохлаом осадових відкладів і кори вивітрювання потужністю до 60–90 м. Водоносні горизонти в покривних відкладах мають обмежене поширення. Тому проблема пошуку джерел водопостачання зводиться до вирішення досить складного гідрологічного завдання – пошуку тріщинних вод в умовах майже закритого району.

Зазначимо, що досить тривалий час вирішення цієї проблеми геофізичними методами було малоефективним. Лише на початку 70-х рр. ХХ століття в тресті "Київгеологія" розробили й упровадили в практику гідрологічних робіт ефективний комплекс гідрогофізичних досліджень, нові критерії оцінювання виявлених аномалій і нові способи інтерпретації геофізичних матеріалів. Це обумовило суттєве під-

вищення якості пошукових гідрогеологічних робіт у межах Українського щита в зазначений період.

Набутий досвід можна й нині ефективно використовувати, обґрунтовуючи перспективні ділянки для буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин.

Потрібно підкреслити, що геофізичні дослідження сприяють у вирішенні проблем локального водопостачання як конкретного водоспоживача, так і групи. В останньому випадку питомі витрати на геофізичні дослідження можна суттєво зменшити. Іноді доцільно скористатися результатами геофізичних досліджень, які виконала Комплексна геофізична експедиція ДГП "Північукргеологія" на досить великих площах, щоб підготувати геофізичну основу пошуків підземних вод і забезпечити водою сільські населені пункти.

Таким чином, геофізичні дослідження виконують або відповідно до загальних проектів, які передбачають комплексні гідрогеологічні й супровідні геофізичні роботи, або згідно з окремими проектами як випереджувальні роботи.

Геофізичні методи допомагають вирішити широке коло завдань:

- виявлення й відстежування тріщинуватих і тектонічно ослаблених зон кристалічних порід;
- визначення потужності осадових відкладів і відкладів кори вивітряння;
- наближене якісне оцінення фільтраційних властивостей порід з виділенням областей переважного поширення різних за рівнем проникності порід.

Кінцева мета гідрогеофізичних робіт полягає у виділенні перспективних ділянок і підготовці рекомендацій для буріння свердловин. Раціональний комплекс гідрогеофізичних досліджень включає профільно-площинне знімання – вертикальне електрондування (ВЕЗ) і деталізаційні сейсмічні дослідження кореляційним методом переломлених хвиль (КМПХ). Варто зауважити, що інколи позитивні результати забезпечує проведення польового гравімагнітного знімання, однак ці роботи збільшують вартість гідрогеофізичних робіт.

Дослідження методом ВЕЗ найефективніші в площинному варіанті, однак зазвичай у разі обмежених коштів удаються до профільного. Дослідження методом КМПХ, через його дорожнечу, звичайно теж проводять у профільному варіанті з урахуванням найсприятливіших для тієї чи іншої ділянки умов формування високопроникних обводнених зон.

Здебільшого місця проведення гідрогеофізичних досліджень в умовах Українського щита приурочено до долин річок і балок. При цьому спостереження здійснюють як на профілях, орієнтованих уздовж долин річок і балок, так і на поперечних профілях. Детальність досліджень і вибір обсягів робіт методами ВЕЗ і КМПХ залежать від багатьох чинників – спрямованості робіт, характеру завдань, що вирішують, особливостей геологічної будови й гідрогеологічних умов. Згідно з набутим досвідом для вирішення проблем водопостачання населених пунктів у межах Українського щита на стадії пошуків підземних вод застосовують звичайно гідрогеофізичне знімання методом ВЕЗ масштабу 1:10000 та 1:25000, а під час розвідувальних робіт – масштабу 1:10000, з наступною деталізацією сейсмозвідувальними роботами методом КМПХ з кроком 10 м.

Найсприятливішими для проведення ВЕЗ є ділянки порівняно неглибокого залягання кристалічного фундаменту – до 20–30 м, за умови розвитку зверху товщі слабкопроникних порід. У таких умовах ефективність ВЕЗ досить висока і цей метод може вирішувати багато пошукових і розвідувальних за-

вдань, насамперед тих, що стосуються виділення тектонічних розломів і тріщинуватих зон у кристалічних породах. Сейсмічні дослідження проводять головним чином для визначення в зонах підвищеної тріщинуватості ділянок з розкритими тріщинами, що визначають перспективні місця для результативного пошукового й розвідувального буріння на підземні води.

Малосприятливими для проведення ВЕЗ є області поширення високоомних осадових відкладів, ділянки глибокого залягання фундаменту, особливо в разі розвитку майже непроникних порід сумарною потужністю понад 40–50 м. У таких умовах для досягнення позитивних результатів потрібно збільшувати обсяги більш вартісних досліджень методом КМПХ, який стає основним.

Загалом методи ВЕЗ і КМПХ взаємно доповнюють один одного й тому їх мають застосовувати в комплексі, виконуючи пошуки перспективних ділянок у межах щита, щоб забезпечити результативне буріння розвідувально-експлуатаційних свердловин на воду.

При цьому з допомогою методу ВЕЗ чітко виділяють зони розломів, але цей метод неефективний, коли в межах цих зон визначають ділянки з розкритою тріщинуватістю, на геоелектричних аномаліях роботи виконують методом КМПХ, який вирішує подібні завдання. Закладення розвідувально-експлуатаційних свердловин за даними наведеного комплексу досліджень майже у 80 % дає позитивні результати.

Варто зазначити, що більшість великих родовищ підземних тріщинних вод на території щита розміщені в долинах річок і балок. Аналіз результатів багатолітніх досліджень гідрогеофізичними методами на цій території в районах з різноманітними геологічними й гідрогеологічними умовами свідчить, що для ефективних пошуків родовищ тріщинних вод потрібно керуватися такими критеріями:

- зв'язок родовищ із тріщинуватими й тектонічно ослабленими зонами кристалічних порід;
- приуроченість родовищ до ділянок зануреної покрівлі кристалічних порід з амплітудами до декількох десятків метрів;
- наявність у покрівлі кристалічних порід товщі осадових утворень з підвищеними фільтраційними властивостями, потужність яких може сягати декількох десятків метрів.

Відзначимо, що розвиток достатньо потужної товщі порід з високими фільтраційними властивостями – важливий чинник формування ємнісних запасів підземних вод. Підвищена проникність може бути характерною й для верхньої зони тріщинуватих вивітрилих кристалічних порід. Тобто в природі існує певний просторовий взаємозв'язок між тріщинними й пластовими водами. Ця закономірність повинна визначати підходи щодо вибору ділянок для проведення геофізичних досліджень та інтерпретації вихідних геофізичних даних.

Висновки

Наведений перелік досліджень у визначеній послідовності дає змогу суттєво підвищити результативність буріння на воду, що, судячи з аналізу досвіду останніх років, для території Українського щита є надзвичайно актуальним. Звичайно, щоб провести весь комплекс робіт з обґрунтування вибору ділянок надр у межах Українського щита для результативного буріння експлуатаційних свердловин на воду, потрібні додаткові фінансові витрати, з чим замовники дуже часто незгодні. Але в разі довільного вибору ділянки під буріння, ризик негативних підсумкових результатів на порядок зростає і часто призводить до потреби бурити другу й третю

експлуатаційні свердловини на воду та внаслідок цього – до незрівнянно більших витрат, порівняно з підготовкою ділянки відповідно до викладеної методики.

ЛІТЕРАТУРА

1. Багрій І. Д., Лисиченко Г. В., Шестопалов В. М. Комплексування методів изучения взаємозв'язки підземних і речних вод. Водобмен в гидрогеологических структурах Украины. Методы изучения водообмена. – К.: Наукова думка, 1988. – С. 223–239.
2. Байсарович М. Н., Беспалая Е. Л., Шмарьян С. А., Мелькановицкий И. М. Применение геофизических методов для решения прогнозно-гидрогеологических задач на территории Украинского щита//Водные ресурсы. – 1977. – № 1. – С. 71–85.

REFERENCES

1. Bagrij I. D., Lisichenko G. V., Shestopalov V. M. Integration of methods for studying the relationship underground and river waters. Water exchange in hydrogeological structures of Ukraine. Methods of studying the water exchange. – Kiev: Naukova Dumka, 1988. – P. 223–239. (In Russian).
2. Bajsarovich M. N., Bespalaja E. L., Shmaryan S. A., Melkanovickij I. M. Application of geophysical methods to solve forecasting and hydrological problems in the territory of the Ukrainian shield//Water resources. – 1977. – № 1. – P. 71–85. (In Russian).

Рукопис отримано 16.06.2015.

Міністерство екології
та природних ресурсів України
Державна служба геології
та надр України
Український державний
геологорозвідувальний інститут

Державна комісія України
по запасах корисних копалин
Державна комісія з експертизи
геологічних проектів та кошторисів
Всеукраїнська громадська організація
"Ноосфера"



ЗАПРОШЕННЯ

III МІЖНАРОДНИЙ ГЕОЛОГІЧНИЙ ФОРУМ
"Актуальні проблеми та перспективи розвитку геології:
наука й виробництво"
(ГЕОФОРУМ-2016)
Україна, с. Коблеве, 15–20 серпня 2016 року

ТЕМАТИКА ФОРУМУ

Пріоритетні напрями розвитку та відновлення мінерально-сировинної бази України
(вуглеводні, рудні та нерудні корисні копалини, підземні води)

Регіональні геологічні та еколого-геологічні дослідження
території України: стан і перспективи

Новітні геолого-геофізичні технології пошуків
і розвідки родовищ корисних копалин

Геолого-економічна оцінка родовищ корисних копалин
як регулятор оптимального користування надрами

Нетрадиційні джерела вуглеводнів та відновлюваної енергії

Законодавча і нормативно-правова база надрокористування

<http://www.ukrdgri.gov.ua/news>