

Хидрохимични показатели за водообилност на карстовите терени

Делчо Моллов

Mollov, D. 1997. Hydrochemical indicators for water bearing capacity of karstic areas. — *Eng. Geol. and Hydrogeol.*, 24, 83-86.

The degree of development of karst processes has a direct impact on the chemical composition of ground waters. In the case of horizontally developed karst, water chemical composition is almost constant in the course of time. This is a type of karst which is aquiferous at all places, although not to the same extent. The hydrochemical parameters of the vertically developed karst are those, which are important. The aquiferous regions in it are concentrated around the tectonic dislocations and large cracks. The karst massif in the proximity of these regions is almost dry. For this reason, the preliminary determination of the karst type, as well as the indication of prospective drilling sites are of major importance.

During the long years of experience in Syria, the author has empirically established two hydrochemical criteria for the water bearing capacity of karst areas. The so-called effect of double porosity is observed in the vertically developed karst areas. The essence of this effect consists, in the existing linear relationship between the mineralization of water, on one hand, and the Na and HCO₃ content, on the other. This criterion has been repeatedly tested in many karstic areas and has always yielded positive results.

The coefficient of washing characterizes the water bearing capacity of the vertically developed karst. It represents the ratio between the not readily soluble ions and the easily soluble ones. Drilling in cases when the value of the coefficient of washing is equal or higher than 4, has always been successful. The same criterion is used in Bulgaria for the Fouren Formation (Neogene). The correlation coefficient between the coefficient of washing and the specific capacity of the well amounts to 0,99.

Address: Bulgarian Academy of Sciences, Geological Institute, 1113 Sofia

Чрез съпоставяне на множество химически анализи на подземни води в карстови терени и водообилността на водоносните хоризонти се стигна до два важни хидрохимични критерия. Първият критерий характеризира връзката между изменението на химическия състав на водите с течение на времето и характера на карста. Вторият критерий дава възможност да се търсят най-водоносните участъци по данните от пространственото изменение на химическия състав на водите. Тези критерии са установени за карстовите терени в Сирия. По-късно вторият от тях е потвърден и в България.

Хидрохимичен ефект на двойната пористост

В средиземноморската част на Сирия (по западните склонове на планината Ансария) има множество малки изворчета с дебит от 0,1—0,2 l/s до 100—

200 dm³/s. В подножието на планината близо до морския бряг излизат изворите Ал Сен (дебит 8—25 m³/s), Сурит (дебит 1—3m³/s) и Баниас (дебит 1—3m³/s). Химическият състав на водата както на малките извори по склона на планината, така и на трите големи извора до морския бряг претърпява значителни изменения с течение на времето (Молюв, 1987). През зимата и пролетта водите са хидрокарбонатно-калциеви с минерализация около 450 mg/dm³, а лятото и есента те са хидрокарбонатно-натриеви с минерализация около 750—800 mg/dm³. Средният коефициент на корелация между минерализацията, от една страна, и съдържанието на HCO₃⁻ и Na⁺+K⁺ е съответно 0,86 и 0,72. За другите елементи на макросъстава същият коефициент на корелация е 0,15—0,4. Тези цифри са получени на водата на повече от 230 химически анализа.

Подземните води в района са привързани към варовиците на ценоман-турона и частично към юрата, които са нарушени от голямо количество разломи (Молюв, Саркеев, 1989). В структурно отношение районът представлява едностранен грабен с издигната източна част. Пластовете затъват в юго-западна посока под ъгъл 5—10°.

Отбелязаните по-горе особености в химическия състав на подземните води в района и неговото изменение с течение на времето могат да се обяснят, изхождайки от строежа на филтрационната среда на карстовия масив. Най-големите тектонски нарушения създават благоприятни условия за движения на водата и там възникват първите огнища на карстообразуване. След това процесът на карстообразуване започва да засяга и по-малките нарушения с тенденция да обхване целия масив. Но тук се намесва друг фактор. Високите коти на карбонатния масив и големите скорости на филтрация в окарстените вече зони предизвикват непрекъснато удълбочаване на възникналите огнища на карстообразуване. Те стават своеобразен дренаж на пространството между разломите. Нивото на подземните води се понижава и пукнатините в пространството между разломите остават в ненаситената зона, без да са окарстени. По такъв начин се създава обстановка, при която около разломите водата се движи по крупни карстови форми, а между тях — по малки пукнатини. Съответно и химическият състав на водите около тектонските нарушения и между тях е различен. Всичко това става на фона на неотектонско издигане и процесите не се стремят към стабилизация. В дъждовния сезон (зима и пролет) изворите се подхранват от крупните карстови форми и водата е хидрокарбонатно-калциева с относително по-ниска минерализация. През сухия сезон (лято и есен) запасите на крупните карстови форми силно намаляват и расте относителният дял на водата от дребните пукнатини. Тогава водата става хидрокарбонатно-натриева и минерализацията ѝ се повишава.

Следователно, когато се установи, че през годините водата сменя своя тип от хидрокарбонатно-калциева на хидрокарбонатно-натриева и минерализацията ѝ съответно намалява, може да се счита, че карстът е развит вертикално само по тектонските нарушения. Пространството между тях не е окарстено. От това произтича и изводът къде да се задават сондажите при търсене на вода. Този извод е потвърден чрез сондиране в крайбрежния район на Сирия.

Прилагането на описания хидрохимичен критерий изисква проследяване на изменението на химическия състав на подземните води в продължение на поне една година. За климатичните условия на Сирия, при които са разграничени ясно два сезона (валежен и сух), са достатъчни четири проби годишно (по една на тримесечие).

Коефициент на промитост

Пространственото изменение на химическия състав на подземните води може да служи като показател за водообилността на карстовите терени чрез т.нар. коефициент на промитост (K_n). Той представлява отношение на труднорастворимите соли към лекоразтворимите

$$K_n = \frac{rCa + rMg + rHCO_3}{rNa + rK + rSO_4 + rCl}$$

При многобройните проверки в Сирия се стигна до емпиричния извод, че когато K_n е по-голям от 4, карстът е достатъчно добре развит и сондирането за вода като правило довежда до положителни резултати. Този извод е напълно логичен, като се има предвид обстоятелството, че колкото по-добре е развит карстът, толкова по-ниско е съдържанието на лекоразтворимите соли. Трябва да се отбележи, че това е валидно за терените с активен водообмен, където основен процес на формиране на химичния състав е разтварянето.

Същият хидрохимичен критерий е приложен за водоносния хоризонт на фуренската свита на неогенската система в Северозападна България. Тя е изградена от варовици с различна степен на окарствяване. Съществува тясна връзка между относителния дебит (q) на сондажите и коефициента на промитост (коефициент на корелация 0,99) (табл. 1).

Това са данни, получени от наши проучвателни организации.

Регресионното уравнение е $q = -0,174 + 0,25 K_n$.

Данните са сравнително малко, за да се правят сериозни изводи относно цялостната картина на водообилността на Фуренската свита. Ясно е, че коефициентът на промитост представлява сигурен критерий за оценката на степента на развитие на карста и бъдещите хидрогеоложки проучвания следва да се предшестват от подробна хидрогеохимична снимка.

Показаните два хидрогеохимични критерия са доказателство за това, че химическият състав на подземните води може да се използва не само за оценка на качеството им, но дава и сериозни хидродинамични индикации. В едно свое изследване (M o l l o v, S a r k e s s, 1990) авторът използва хидрогеохимичните данни за трасиране пътя на движение на подземните води в Сирийското крайбрежие и това е потвърдено със сондажи.

Коефициентът на промитост характеризира водообилността на карста при неговото вертикално развитие. Той представлява отношение на труднорастворимите йони към лекоразтворимите. При коефициент на промитост 4 и повече сондирахме и винаги получавахме положителен резултат. Същият този критерий беше приложен в България на примера на Фуренската свита (неоген). Между коефициента на промитост и относителния дебит на сондажите коефициентът на корелация е 0,99.

Таблица 1

K_n	Относителен дебит (опитен), dm^3/s	Относителен дебит, изчислен по регресионното уравнение
6,00	1,50	1,32
3,70	0,86	0,75
2,10	0,24	0,35
11,10	2,50	2,60
1,13	0,04	0,108

Л и т е р а т у р а

- М о л л о в, Д. 1987. Об одном гидрогеохимическом эффекте. — Доклады Болгарской академии наук, 40, № 7.
- М о л л о в, S a r k e e s. 1989. An example of a complete study of karst hydrogeology (al Sinn Basin, Syria). I. Methodological Principles. — *Geologica Balcanica*, Jun.
- М о л л о в, S a r k e e s. 1990. An example of a complete study of karst hydrogeology (al Sinn Basin, Syria). III. Geothermal and hydrogeochemical indications of groundwater flow and drainage. — *Geologica Balcanica*, Febr.