УДК 551.49.5

И.Л.ХАРХОРДИН
Санкт-Петербургское отделение Института геоэкологии РАН
И.В.ТОКАРЕВ
Институт геохронологии и геологии докембрия РАН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗОТОПНЫХ МЕТОДОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ БАЛАНСА ПОДЗЕМНЫХ ВОД (АЛЬМЕРИЯ, ИСПАНИЯ)

В работах по оценке ресурсов подземных вод в провинции Альмерия (Испания) было выполнено гидрогеохимическое и изотопное опробование подземных и поверхностных вод в бассейне р. Альмансора. Поверхностные и подземные воды, отобранные в бассейне р. Альмансоры, совпадают с общим трендом изотопного состава атмосферных осадков средиземноморского региона, что указывает на исключительно метеорное происхождение подземных и поверхностных вод, отсутствие существенного изотопного фракционирования после выпадения атмосферных осадков, в частности, за счет испарения. Показана незначительная роль транзитного потока в питании подземных вод в пределах гидрогеологической единицы Овера.

Subterranean and surface water in the Almanzora River basin has been sampled for chemical and isotope analysis within the scope of subterranean water resources assessment in the province of Almeria (Spain). Isotopic composition of water samples taken in the Alamazora River basin coincides with the general trend of meteoric water composition in the Mediterranean region, this coincidence pointing to the fact that subterranean and surface water is exclusively of meteoric genesis, and that no significant isotope fractionation takes place after meteoric water precipitation, in particular, due to evaporation. An insignificant impact on the transit flow in groundwater recharge of the Overa hidrogeological unit has been shown as part of study.

Данные по изотопному составу воды традиционно используются при изучении условий формирования и баланса подземных вод [1].Водород и кислород имеют по несколько стабильных изотопа. Изучение ^{2}H (D) и ^{18}O представляет особый интерес для гидрогеологов, поскольку оба этих элемента входят в состав воды, что позволяет оценивать вклад вод из различных источников в общий баланс независимо от изменений химического состава. Более того, изотопы водорода в наибольшей степени (до 400 ‰) подвержены фракционированию в природных процессах. Степень фракционирования кислорода также высока – до 100 ‰ [4].

Весной 2002 г. в рамках работ по оценке ресурсов подземных вод в провинции Альмерия (Испания) было выполнено гидрогеохимическое и изотопное опробование подземных и поверхностных вод в бассейне р. Альмансора. Анализ проб на изотопный состав водорода и кислорода был выполнен в Москве в лаборатории ВСЕГИНГЕО.

При интерпретации данных особый интерес представляет сопоставление изотопного состава подземных и поверхностных вод с изотопным составом атмосферных осадков. К сожалению, мы не имеем представительной выборки по изотопному составу атмосферных осадков в Альмерии. В таком случае часто пользуются глобальной зависимостью, установленной Крейгом [2]. Однако, региональный тренд может несколько отклоняться от глобального, поэтому были использованы данные по изотопному составу осадков для севера средиземноморского региона, полученные с сервера МАГАТЭ (GNIP).

Поверхностные и подземные воды, отобранные в бассейне р. Альмансоры, совпадают с общим трендом изотопного соста-

ва атмосферных осадков средиземноморского региона, что указывает на:

• исключительно метеорное происхождение подземных и поверхностных вод;

• отсутствие существенного изотопного фракционирования после выпадения атмосферных осадков, в частности, за счет испарения.

Оценки водного баланса почвенного слоя показывают, что площадной инфильтрации быть практически не должно – то небольшое количество осадков, которое выпадает, удерживается почвой, а потом расходуется на эвапотранспирацию.

Можно предположить, что основная часть инфильтрации происходит во время сильных дождей по каналам преимущественной фильтрации. В такой ситуации методы оценки инфильтрации, построенные на оценке водного баланса почв, могут давать заниженные значения. Этот вывод подтверждается анализом литературных данных, De Vries и Simmers [3] в своем обзоре по оценке инфильтрации показывают, что с увеличением аридности климата роль преимущественной инфильтрации возрастает.

Основные выводы результатов опробования сводятся к следующему:

• наиболее легким изотопным составом характеризуются воды верховьев рек Альмансоры и Андаракса, формирующиеся на наиболее высоких абсолютных отметках и, соответственно, при более низких температурах и давлениях;

• наиболее тяжелый изотопный состав характерен для гидрогеологической единицы Bajo Almanzora, ближайшей к морю и имеющей наиболее низкие абсолютные отметки;

• воды гидрогеологической единицы Overa занимают промежуточное положение, существенно отличаясь по изотопному составу от вод верховьев Альмансоры, по-видимому, роль транзитного потока с верховьев бассейна Альмансоры не велика (вероятно, не более 10-30 % от общего питания);

• все подземные воды лежат несколько ниже осредняющей прямой, что связано с фракционированием при испарении, однако, оно существенно меньше, чем этого можно было ожидать на основании балансовых оценок, согласно которым 90% и более от атмосферных осадков расходуется на эвапотранспирацию;

• в одну группу с подземными водами попала проба SW-14, отобранная в русле Альмансоры вблизи водохранилища. Изотопный состав вод в этой точке совпадает с изотопным составом подземных вод в гидрогеологической единице Overa, что указывает на разгрузку подземных вод вблизи водохранилища и отсутствие дополнительного питания аллювиального горизонта на участке между бассейном Overa и водохранилищем.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Abbott M.D., Lini A., Bierman P.R.* $\delta^{18}O$, δD and ^{3}H measurements constrain groundwater recharge pattern in an upland fractured bedrock aquifer, Vermont, USA. Journal of Hydrology, 228 (2000), 101-112.

2. *Craig H.* Isotopic variations in meteoric water. Science, 133, 1702-1703.

3. *De Vries J.J., Simmers I.* Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. Hydrogeology Journal, 2002, 10, 5-17.

4. *Hoefs J.* Stable Isotope Geochemistry. Springer, 1997, 201 p.