

*Геология*

УДК 551.491.4

В.П. ВАРДАНЯН

**СВЯЗЬ ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИХ И ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ЛАВОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ**

При водно-балансовых расчетах и бурении разведочно-эксплуатационных скважин на воду одной из главных задач считается определение количественных характеристик подземных водотоков. Для решения поставленной задачи рекомендуется использовать гидродинамические и геофизические методы. В этих целях установлены корреляционные связи между водно-физическими и геофизическими параметрами. В качестве примера приводятся данные расчета по оценке расхода подземных водотоков в бассейне оз. Севан.

Применяемая в настоящее время методика фильтрационных исследований эффузивных образований общеизвестна. На основании откачки из скважин подземных вод или же, наоборот, путем нагнетания в скважину определенного количества воды и по происходящему при этом изменению (понижению или повышению) ее уровня вычисляются удельный дебит (или удельное водопоглощение) и коэффициент фильтрации среды. В этом случае при расчетах условно считается, что фильтрационная среда, по крайней мере, в горизонтальной плоскости однородна и изотропна. На самом же деле эффузивные породы в большинстве случаев в фильтрационном отношении анизотропны и коэффициент фильтрации их, являясь функцией трещиноватости, изменяется с изменением направления движения потока, т.е. является величиной дирекционной. Для определения степени анизотропности фильтрационных свойств массива и измерения коэффициента фильтрации в зависимости от направления (хотя бы в горизонтальной плоскости) прибегают к гидравлическому опробованию куста скважин. Этот способ требует большой затраты средств и времени и поэтому применяется сравнительно редко. Однако чтобы установить анизотропность эффузивного массива, перспективным следует считать сочетание гидравлических и геофизических методов исследований. Сходство основных законов распространения постоянного тока (закон Ома) и подземных вод (закон Дарси) в геологических средах считается объектив-

ной предпосылкой решения задач геофильтрации на основе данных электроразведки. Известно, что в результате традиционной послойной интерпретации кривых вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) с помощью палеток или ЭВМ можно получить послойную продольную проводимость  $S_i = h_i / \rho_i$ , поперечное сопротивление  $T_i = h_i \rho_i$ , суммарную продольную проводимость  $S = \sum_{i=1}^N (h_i / \rho_i)$  и суммарное поперечное сопротивление  $T = \sum_{i=1}^N h_i \rho_i$ , где  $h_i$  – мощность  $i$ -го пласта,  $\rho_i$  – его удельное электросопротивление.

Все эти величины, в частности, использованы В.К. Хмелевским [1] в поисках связи между геоэлектрическими и водно-физическими параметрами. При этом использованы трансформированные параметры  $S_{тр}$ ,  $T_{тр}$  и кажущиеся  $S_{\Sigma k}$ ,  $T_{\Sigma k}$  значения этих параметров, близкие к суммарным  $S$  и  $T$ . Искомые обобщенные параметры можно получить с помощью интегральной трансформации кривых ВЭЗ:

$$S_{тр} = \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} (d\rho / \rho_k), \quad T_{тр} = \int_{r_{\min}}^{r_{\max}} \rho_k dr, \quad \rho_{тр} = \sqrt{T_{тр} / S_{тр}},$$

где  $r_{\min}$ ,  $r_{\max}$  – минимальные и максимальные разносы на кривой ВЭЗ.  $S_{тр}$ ,  $T_{тр}$ ,  $\rho_{тр}$  ценны тем, что они являются параметрами эквивалентности и поэтому для многих эффузивных разрезов определяются практически однозначно.

В данном случае под подземным потоком понимается процесс передвижения подземных вод от областей питания к участкам их разгрузки под действием гидравлического напора. В реальной среде движение воды происходит через систему открытых и сообщающихся между собой пористых каналов и трещин.

Известно, что в регионах Центрального вулканического нагорья Армении основные запасы пресных подземных вод приурочены к трещиноватым и пористым вулканическим образованиям: здесь при расчетах нами условно допускается, что поток подземных вод занимает как бы весь водоносный горизонт, все пористое пространство и скелет породы. Количественной характеристикой процесса движения фильтрационного потока служит его расход:  $Q = K_{\phi} \cdot S \cdot I$  (формула Дарси), где  $Q$  – количество воды, фильтрующейся через пористую (и трещиноватую) породу в единицу времени,  $м^3/с$ ;  $K$  – коэффициент фильтрации, зависящий от физических свойств породы и фильтрующейся жидкости,  $м/сутки$ ;  $S$  – площадь сечения потока,  $м^2$ ;  $I$  – гидравлический градиент (уклон), показывающий изменение уровня воды по пути фильтрации [2].

Известно, что линейный закон фильтрации (закон Дарси) применим с достаточной для практики точностью не только для мелко- и крупнозернистых песков, но и (в удалении от водозаборов) для песчано-галечных и трещиноватых скальных пород при действительных скоростях движения подземных вод до  $1000 м/сутки$  [3].

Для характеристики фильтрационных свойств водонасыщенных пород обычно используются коэффициенты фильтрации ( $K_f$ ) и водопроницаемости ( $T$ ). Последний параметр таков:  $T=K_f \cdot m$ , где  $m$  – средняя мощность водоносного горизонта. При поисково-разведочных работах на воду и исследовании глубинного стока расход потока чаще всего определяется формулой Дарси (гидродинамический способ). При предварительных и прогнозных исследованиях, а также в случае отсутствия результатов гидродинамических наблюдений для оценки расхода подземного потока нами предлагается использование результатов геофизических исследований. На основании статистической обработки данных опытно-фильтрационных гидрогеологических работ и параметрических электрозондирований у многих скважин в [4] приводится график зависимости  $K_f=f(T_{тр})$ . Он показывает наличие обратно пропорциональной связи между этими параметрами. Методом наименьших квадратов получено уравнение регрессии вида  $K_f=33,48-0,53 T_{тр}$ .

В целом установленная нами корреляционная связь использована для оценки расходов подземных водотоков и составления прогнозных гидрогеологических карт и разрезов. Такие расчеты выполнены для сосредоточенных подземных вод отдельных вулканических регионов Армении и, в частности, для водосборного бассейна оз. Севан. В последнем случае полученные расходы изменяются от 0,2–0,3 до 1,3–1,5 м<sup>3</sup>/с.

*Кафедра геофизических методов поисков и разведки  
месторождений полезных ископаемых*

*Поступила 21.04.2003*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Электрическое зондирование геологической среды. (под ред. В.К. Хмелевского, В.А. Шевнина). М.: Изд-во МГУ, 1988, ч. 1.
2. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. М.: Недра, 1970.
3. Девис С., де Уист Р. Гидрогеология. М.: Недра, 1970.
4. Изучение подземных вод вулканических областей геофизическими методами (составитель Р.С. Минасян). М.: Недра, 1989.

Վ.Պ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ

ԼԱՎԱՅԻՆ ԱՌԱՋԱՅՈՒՄՆԵՐԻ ՋՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ  
ԳԵՈԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԶԱՓԱՆԻՇՆԵՐԻ ԿԱՊԸ

Ամփոփում

Ստորերկրյա ջրահոսքերի ծախսի որոշումը անհրաժեշտ է ջրարալանսային հաշվարկների, հետախուզական հորատանցքերի տեղադրման համար:

Հաշվի առնելով խնդրի գործնական լուծման բարդությունը հիդրո-երկրաբանական նյութերի սակավության կամ բացակայության պայմանների դեպքում՝ առաջարկվում է համատեղ օգտագործել հիդրոդինամիկական և երկրաֆիզիկական մեթոդների տվյալները՝ հիմնվելով ստացված կոռելյացիոն կապերի վրա: Որպես օրինակ բերված են Սևանա լճի ավազանի տարածքում հայտնաբերված մի շարք ստորերկրյա ջրահոսքերի ծախսի հաշվարկի արդյունքները:

V. P. VARDANYAN

## RELATIONSHIPS BETWEEN HYDROPHYSICAL AND GEOELECTRIC PARAMETERS IN VOLCANIC ROCKS

### Summary

A flow rate of ground water streams is necessary to determine for water balance calculations, as well as for setting up the locations of prospecting boreholes. In case of lack of hydrogeological data for solving the definite problems in practice it is proposed to use both hydrodynamic and geophysical data based on correlation relationships.

A number of examples of ground water streams discharges discovered at Sevan Lake basin territories has been discussed in the article.