

Г. С. ВАРТАНЯН

## ОБ ОДНОЙ ФОРМЕ ГЛУБОКОГО СТОКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

(Представлено академиком А. Л. Яншиным 16 III 1973)

С изучением естественного стока подземных вод связан широкий круг геологических задач, включающий рассмотрение процессов формирования ресурсов различных подземных вод, исследование интенсивности водной миграции химических элементов в литосфере, более глубокое познание некоторых закономерностей литогенеза, рудообразования и др.

Принципы изучения грунтового стока, разработанные в ряде работ ((<sup>5</sup>, <sup>7</sup>) и др.), позволяют учитывать процессы восполнения подземных вод в условиях сравнительно спокойно залегающих водоносных горизонтов. В меньшей мере освещены особенности глубокого стока в сложно построенных водоносных системах.

Анализ большого фактического материала свидетельствует о том, что одним из достаточно развитых проявлений глубокого стока является восходящий переток подземных потоков из одних водоносных систем в другие или субаквальная разгрузка в акватории морей и океанов (<sup>1</sup>, <sup>4</sup>, <sup>6</sup>, <sup>8</sup>). Значительно реже отмечается свободный излив глубоких вод непосредственно на дневную поверхность.

Специальные модельные решения в сочетании с натурными наблюдениями, проведенные для выяснения характера взаимодействия водоносного горизонта-реципиента и системы, выводящей с глубины восходящие потоки, свидетельствуют о следующих закономерностях гидростатически экранированной сосредоточенной разгрузки (<sup>2</sup>, <sup>3</sup>).

Зона, выводящая глубинные потоки в горизонт грунтовых (или пластовых напорных) вод, венчается гидродинамическим куполом, сформированным разгружающейся составляющей. При этом в большинстве случаев купол гидростатически экранируется водами горизонта-реципиента, т. е. обтекается ими вдоль некоторой поверхности вращения, для которой образующими служат граничные линии тока (рис. 1).

Опуская из рассмотрения процессы диффузионного обмена ионами между химически различными водными потоками, указанную поверхность можно считать гидродинамически непроницаемой границей, стабильность положения которой сохраняется при условии постоянства абсолютных величин и соотношений напоров реагирующих систем. В этом случае на значительных протяженностях горизонта-реципиента, по течению ниже зоны разгрузки глубинных вод, обеспечивается совместное несмешивающееся течение двух подземных водных потоков различного генезиса и химического состава.

Геометрические параметры купола разгружающихся вод и его шлейфа растекания функционально связаны с величиной расхода  $Q_{г.л.}$ , причем вследствие этого на участках, удаленных от возмущающего влияния зоны разгрузки, мощность горизонта-реципиента делится на части, кратные отношению расходов несмешивающихся потоков. Отсюда, принимая предельную высоту купола (или шлейфа растекания) за  $h_k$ , а мощность всего потока горизонта-реципиента (по течению ниже зоны разгрузки) за  $M$ , для хорошо выдержанных в пространстве водоносных горизонтов с однородными фильтрационными свойствами получим простое равенство:

$$h_k/M = Q_{г.л.}/Q_{рп}, \quad (1)$$

где  $Q_{rp}$  — расход воды в горизонте-реципиенте по течению ниже зоны разгрузки глубинных вод (на участке шириной  $b$ , равной ширине питающей зоны, см. рис. 1). Исходя из приведенного соотношения, глубинный расход  $Q_{гг}$  может быть выражен как  $Q_{гг} = Q_{rp} h_k / M$ , или, принимая  $h_k / M$  за коэффициент пропорциональности  $\theta$ ,

$$Q_{гг} = Q_{rp} \cdot \theta. \quad (2)$$

Дальнейшие исследования особенностей сосредоточенного перетока глубоких вод (комплексные решения на АВМ и ЭВМ), проведенные для случаев переменных мощностей горизонта-реципиента, больших протяженностей зон разгрузки восходящих вод

и для широкого спектра гидравлических градиентов, позволили выявить сложную структуру функциональной связи между названными параметрами и величиной  $\theta$ , выражаемую следующим уравнением:

$$\theta = \left[ \frac{1,1317 \cdot L \cdot H^2 (1 - H^2)}{I(L + 0,0571) (1 + H^2)} \right]^{0,2213/\sqrt{I}} \quad (3)$$

где  $L = l/H_{гг}$  — безразмерная протяженность гидрогеологически активной части зоны разгрузки;  $l$  — фактическая длина зоны разгрузки, отмеряемая вдоль линий тока в горизонте-реципиенте (м);  $H_{гг}$  — средняя величина напора восходящих вод, фиксируемая по отношению к подошве горизонта-реципиента (м);  $H$  — безразмерный напор ( $H = m/H_{гг}$  — для грунтового водоносного горизонта или  $H = H_{rp}/H_{гг}$  — для напорного горизонта);  $m$  — мощность грунтового водоносного горизонта-реципиента над зоной разгрузки восходящих вод (м),  $H_{rp}$  — напор в напорном горизонте-реципиенте, отсчитываемый от подошвы горизонта (м),  $I$  — средний гидравлический градиент в водоносном горизонте-реципиенте, рассчитанный для участка в пределах зоны разгрузки.

Как следует из приведенной зависимости, функция  $\theta$  при некоторых постоянных значениях  $I$  и  $H$  существенно зависит от величины безразмерной длины  $L$  зоны разгрузки, так как входящее в состав уравнения отношение  $L/(L + 0,0571)$  может получать, например, значения:

$L$	0,01	0,1	1	2	3	4	5	...
$\frac{L}{L + 0,0571}$	0,1490	0,6365	0,9459	0,9722	0,9813	0,9859	0,9906	...

Иными словами, при каждом фиксированном  $I$  зависимость  $H - \theta$  должна характеризоваться семейством кривых (см. рис. 2), каждая из которых будет присуща некоторой определенной величине  $L$ .

Так как по своей физической сущности коэффициент  $\theta$  выражает соотношение мощностей потока горизонта-реципиента и поступивших в него глубинных вод, то его значения могут меняться в пределах от 0 до 1.

Очевидно, что приведенные зависимости, отражая гидродинамическую сущность одного из механизмов скрытой разгрузки восходящих подземных вод, могут быть использованы при оценке глубокого стока в пределах

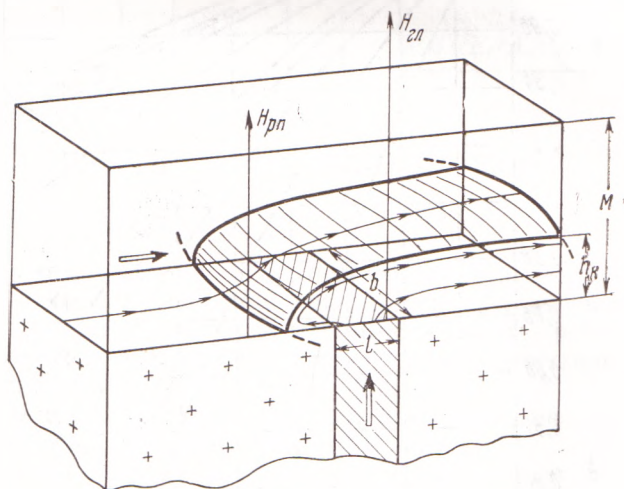


Рис. 1

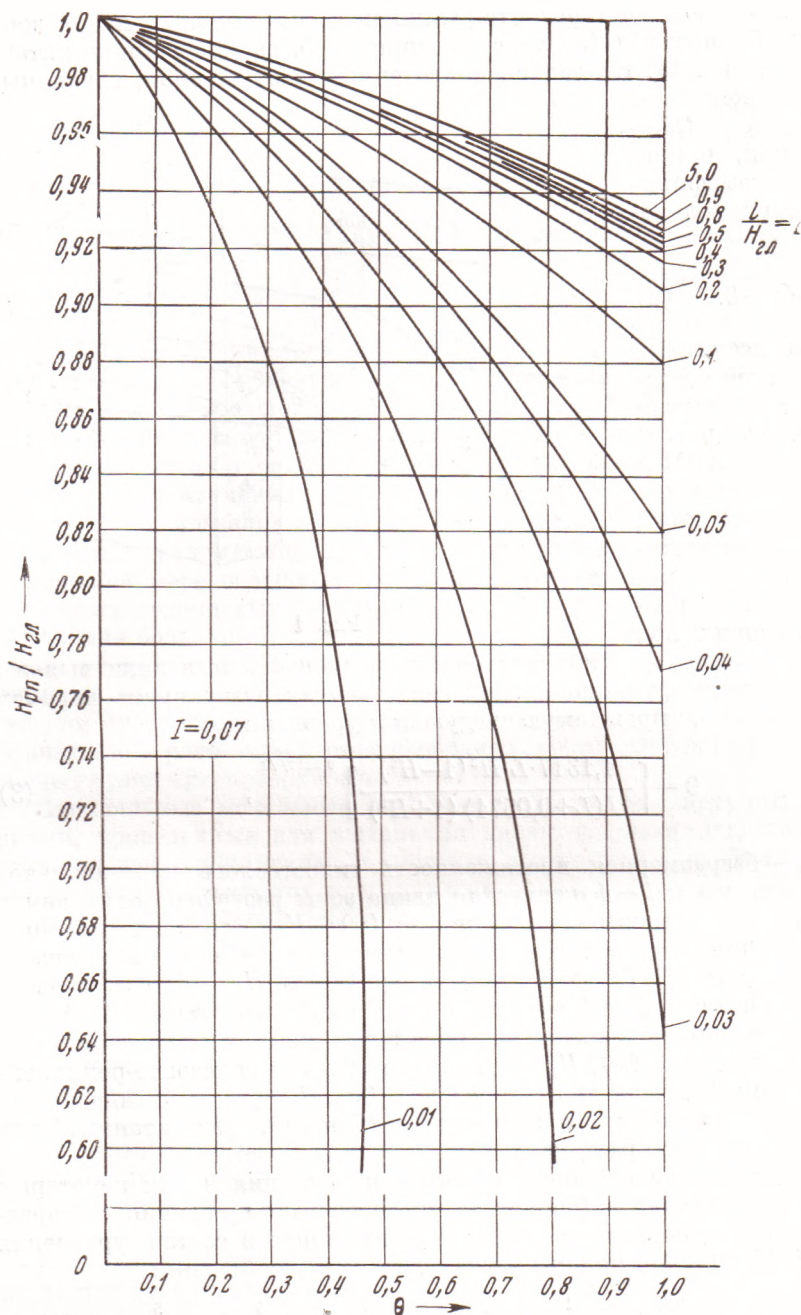


Рис. 2

крупных площадей или ограниченных участков, и прежде всего — в сложно построенных водонапорных системах горноскладчатых областей.

Всесоюзный научно-исследовательский  
институт гидрогеологии и инженерной геологии  
Москва

Поступило  
1 III 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Г. С. Вартамян, Бюлл. МОИП, отд. геол., 40 (4) (1965). <sup>2</sup> Г. С. Вартамян, Изв. АрмССР, Науки о Земле, №№ 1-2 (1968). <sup>3</sup> Г. С. Вартамян, Бюлл. МОИП, отд. геол., 45 (1) (1970). <sup>4</sup> В. Н. Васильева, Изв. высш. учебн. завед. Геол. и разведка, № 3 (1966). <sup>5</sup> Б. И. Куделин, Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод, М., 1960. <sup>6</sup> Б. И. Куделин, И. С. Зекцер и др., Сов. геол., № 1 (1971). <sup>7</sup> Ф. А. Макаренко, ДАН, 74, № 5 (1950). <sup>8</sup> А. И. Силин-Бекчурин, Сов. геол., № 4 (1941).