

Оценка на хидрогеоложките параметри по данни от самоизливащи се сондажи

Ил. Йотов¹, Зл. Кръстев²

¹ Геологически институт, БАН, 1113 София

² Геологопроучвателно предприятие, 1000 София

I. Yotov, Z. Krastev — *Evaluation of aquifer hydraulic constants based on data from flowing wells.* Two methods (of type curves and of straight line) for evaluation of the coefficient of diffusivity and of the equivalent radius of the flowing well are developed. Data on the discharge of the flowing well are used which are caused by constant-rate pumping from another well. The application of the methods is illustrated by an example.

Често на практика се налага да се провеждат хидрогеоложки изпитания на напорни водоносни хоризонти, чиито води се дренират от самоизливащ се сондаж. Изпитанието представлява водочерпене от втори сондаж. (За удобство по-нататък в текста първия сондаж ще наричаме „самоизливащ се“, а втория „водочерпателен“.) При такива условия се поставят естествените въпроси: може ли да се използва изменящият се дебит на самоизливащия се сондаж като информация за определяне на хидрогеоложките параметри; до каква степен изменението на дебита е достатъчно за определяне на всички необходими параметри и ако не е — какви още изпитания са необходими за определянето на всички филтрационни свойства на хоризонта. За да отговорим на първия от горните въпроси, ще изходим от постановката на Бочев и др. (1976), съгласно която

$$(1) \quad Q_{c_0} - Q_c = Q_0 \frac{\ln \frac{2,25at}{l^2}}{\ln \frac{2,25at}{r_0^2}},$$

където $Q_c = F(t)$ е дебитът на самоизливащия се сондаж като функция от времето t ; $t=0$ съответствува на момента, в който от водочерпателния сондаж с радиус r_0 се започва изпитание с постоянен дебит Q_0 — при $t=0$ $Q_c = Q_{c_0}$; l — разстоянието между двата сондажа; a — коефициентът на piezopredavane на пласта. Формула (1) е валидна известно време след началото на водочерпенето. Анализирайки (1), стигаме до следните заключения:

1. За да използваме формула (1), е необходимо във водочерпателния сондаж да се поддържа постоянен дебит във времето. Като имаме предвид, че първият сондаж е самоизливащ се, сигурно е, че и водочерпателният сондаж, ако не е на кранов режим, също би бил на самоизлив. За да можем да поддържаме в него постоянен дебит Q_0 , този сондаж трябва да се регулира систематично чрез спирателен кран, което не е трудна задача.

2. Проследявайки изменението на дебита $Q_c(t)$, предизвикано от въвеждането на нов сондаж с дебит Q_0 , можем да определим величините a и r_0 . Последната трябва да считаме за еквивалентен радиус на самоизливащия се сондаж, т. е. $r_0 = r_e$.

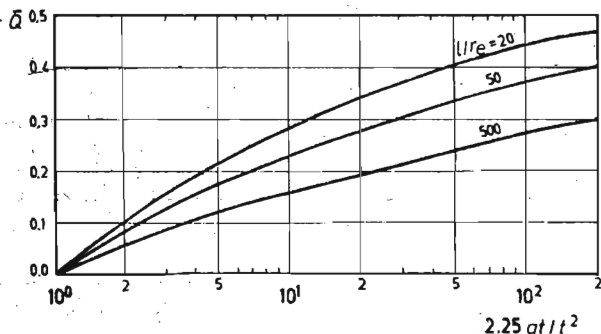
Формула (1) дава възможност да се разработят два метода за определяне на споменатите параметри:

1. Метод на еталонните криви

За неговото прилагане преобразуваме формула (1) във вида

$$(2) \quad \bar{Q} = \frac{\ln \frac{2,25at}{l^2}}{\ln \left[\frac{2,25at}{l^2} \left(\frac{l}{r_e} \right)^2 \right]}, \quad \bar{Q} = \frac{Q_{c_0} - Q_c}{Q_0}.$$

Построена в полулогаритмична координатна система с ордината \bar{Q} и абсциса $2,25at/l^2$, горната формула оформя набор от еталонни криви, всяка от които се отнася за конкретна стойност l/r_e (фиг. 1). Въз основа на еталонните криви определяме a и r .



Фиг. 1. Еталонни криви съгласно формула (2)

по следния начин. Проследявайки данните от водочерпенето и изменението на дебита на самоизливащия се сондаж, съставяме зависимостта $\bar{Q} = f(t)$. Тези данни нанасяме на полулогаритмична хартия, имаща еднаква големина на цикъла с тази на еталонните криви. След съвпадение на еднаквите стойности от ординатните оси на графици с еталонните криви и опитните данни преместваме наляво или надясно двата графика един спрямо друг до максимално съвпадение на графика с опитните данни с някоя от еталонните криви — например крива, която има стойност $\frac{l}{r_e} = C$. Тогава определяме

$$(3) \quad r_e = l/C.$$

Избирайки произволна точка с абсциса от графика с еталонните криви A и от графика с опитните данни t_0 , определяме a по формулата

$$(4) \quad a = 0,44A l^2 / t_0.$$

2. Метод на правата линия

След преработка формула (1) може да се запише във вида

$$(5) \quad \bar{Q} = \frac{b}{d} + \frac{1}{d} (1 - \bar{Q}) \ln t,$$

където

$$(6) \quad b = \ln (2,25a/l^2);$$

$$(7) \quad d = \ln (2,25a/r_e^2).$$

В координатна система с ордината \bar{Q} и абсциса $(1-\bar{Q}) \ln t$ формула (5) представлява права линия с наклон i , която пресича ординатната ос в точка $P=(b/d)$. Тогава съобразно (5)—(7) определяме

$$(8) \quad a=0,44 \exp \cdot (P/i) l^2;$$

$$(9) \quad r_e = l \sqrt{\exp \frac{P-1}{i}}.$$

Както се вижда, разработените два метода позволяват определянето на a и r_e . Няма възможности обаче за определяне и на проводимостта на пласта T . И това е естествено, като се има предвид, че в изходната формула (1), описваща изменението на дебита на самоизливащия се сондаж, този параметър не фигурира. Следователно за определяне на T трябва да се търси друг начин. За целта могат да послужат данните за възстановяване на налягането (нивото) във водочерпателния сондаж след спиране на дебита. В този случай за определяне на проводимостта следва да се измерват:

1. Дебитът на самоизливащия се сондаж, който очевидно ще се увеличава с течение на времето, стремежи се да достигне величината преди започване на водочерпенето от втория сондаж.

2. Възстановяването на налягането (понижението) в затворения водочерпателен сондаж.

Самата проводимост се определя по известни методи въз основа на данните от възстановяване на налягането (напора) при променлив дебит на въздействие на самоизливащия се сондаж (Г ъ л ъ б о в, 1965; Й о т о в, Ч е н о в, 1976).

Като илюстрация на разработения метод ще определим коефициента на пиезопредаване на водоносния хоризонт и еквивалентния радиус на каптажа на софийския минерален извор по данни от проведеното от Комитета по геология водочерпене от експлоатационен сондаж, разположен на разстояние 218 m от каптажната шахта на естествен извор (К р ъ с т е в, 1988)¹. Водочерпенето от сондажа е проведено с

Т а б л и ц а 1

Резултати от водочерпенето

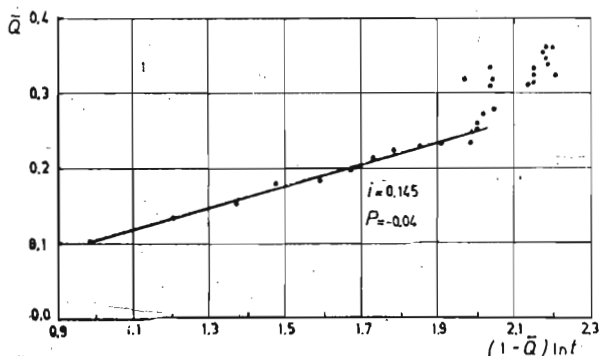
t (d)	Q_c (dm ³ /s)	\bar{Q}	$(1-\bar{Q}) \ln t$	t (d)	Q_c (dm ³ /s)	\bar{Q}	$(1-\bar{Q}) \ln t$
0	14,7	0		16	8,6	0,273	2,016
1	13,4	0,058	0	17	8,5	0,278	2,046
2	12,8	0,085	0,634	18	7,6	0,318	1,971
3	12,4	0,103	0,985	19	7,8	0,309	2,034
4	11,7	0,134	1,201	20	7,6	0,318	2,043
5	11,3	0,153	1,363	21	7,3	0,332	2,034
6	10,7	0,179	1,471	22	7,8	0,309	2,136
7	10,6	0,184	1,588	23	7,7	0,314	2,151
8	10,3	0,197	1,670	24	7,5	0,323	2,152
9	9,9	0,215	1,725	25	7,3	0,323	2,150
10	9,7	0,224	1,787	26	7,5	0,323	2,208
11	9,6	0,229	1,849	27	7,2	0,336	2,188
12	9,5	0,233	1,906	28	7,0	0,345	2,183
13	9,6	0,229	1,978	29	6,8	0,354	2,175
14	9,2	0,247	1,987	30	6,5	0,359	2,180
15	8,9	0,260	2,004	31	6,5	0,359	2,201

постоянен дебит $Q_0=22,3 \text{ dm}^3/\text{s}$ в продължение на 31 денонощия. В този период е последено изменението на дебита на каптажа Q_c при поддържане на постоянно ниво в него. Тези данни заедно с изчислените величини, необходими за прилагане на раз-

¹ Доклад за резултатите от сондажно-хидрогеоложките проучвания на термоминерални води в района на София (София—център, Княжево, Овча купел, Баталова воденица, Надежда-2, Свобода, Илиянци и Требич), извършени през периода 1970—1988 г. Геофонд на Геологопроучват. предприятие, София.

работената методика на правата линия, са отразени на табл. 1 и фиг. 2. Както се вижда от фигурата, до стойност $(1-\bar{Q})\ln t=2$, съответстваща на $t=15$ денонощия, данните оформят праволинеен участък с наклон $i=0,145$. Продължението на правата линия пресича ординатната ос (при $(1-\bar{Q})\ln t=0$) в точка $P=-0,04$. Тогава съгласно формула (8) определяме

$$a=0,44 \exp\left(-\frac{0,04}{0,145}\right) 218^2 \approx 1,6 \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{d}.$$



Фиг. 2. Резултати от водочерпенето

По-нататък еквивалентния радиус на каптажа определяме по формула (9)

$$r_e = \sqrt{\exp \frac{-0,04-1}{0,145}} \approx 6 \text{ m}.$$

Голямата стойност на еквивалентния радиус може да се свърже с наличието на цяла проводяща зона от вертикални пътища (система от пукнатини в андезитната подложка), които провеждат термалната вода до каптажното съоръжение.

Заслужава да се отбележи, че след петнадесетото денонощие опитните данни се отклоняват значително от правата линия. Това означава, че след този момент настъпва друг темп на изменение на дебита на самоизливащия се сондаж. Причина за това според нас е, че тогава върху изпитанието започва да се чувствува влиянието на относително непроницаеми граници на водоносния хоризонт. Ако приемем, че самоизливащият се и водочерпателният сондаж попадат приблизително в центъра на водоносната андезитна зона (П е т р о в и др., 1970), то бихме могли да определим нейния радиус, изхождайки от добре известната формула за нестабилизиращия радиус на влияние

$$R = 1,5\sqrt{at} = 1,5\sqrt{1,6 \cdot 10^4 \cdot 15} \approx 700 \text{ m}.$$

Това ще рече, че приблизителният диаметър на андезитния купол (хорст), обезпечаващ подхранването на минералния извор, е около 1,4 km. По-скоро би следвало да се счита, че съответстващата на този диаметър площ от $\sim 1,5 \text{ km}^2$ е приблизителната площ на хорста.

Литература

- Бочев, Ф. М. (ред.) 1976. *Проектирование водозаборов подземных вод.* М., Стройиздат. 291 с.
- Гълъбов, М. 1965. Опыт за обобщение на формулите за изчисляване хидрогеоложките параметри на пласта при квазистабилзиран режим на филтрация. — *Изв. ГИ БАН*, кн. XIV, 159—173.
- Йотов, И., Х. Ченов. 1976. *Методика за определяне хидрогеоложките параметри на водоносните пластове.* С., Техника. 270 с.
- Петров, П., Св. Мартинов, К. Лимонадов, Ю. Страка. 1970. *Хидрогеоложки проучвания на минералните води в България.* С., Техника. 196 с.

(Постъпила на 14. IV. 1989 г.)