

Capítulo 06

Método de Theis, 1935 para recarga de poço tubular profundo

6.0 Método de Theis, 1935 para recarga de poço tubular profundo

6.1 Introdução

O objetivo é usar o Método de Theis, 1935 para recarga de poço tubular profundo.

A primeira aplicação do Método de Theis foi para o bombeamento de um poço tubular profundo onde queremos determinar algumas propriedades hidráulicas como a transmissividade e o coeficiente de armazenamento.

Não devemos esquecer que os estudos de C.V, Theis, 1935 tiveram algumas considerações de contorno citadas por Gupta, 2008:

- O aquífero é homogêneo
- O aquífero é isotrópico
- O aquífero é infinito
- A transmissividade do aquífero é praticamente constante
- A água bombeada é provem inteiramente do armazenamento e retirada instantaneamente com o declínio da pressão
- O poço penetra inteiramente no aquífero e o seu diâmetro é muito pequeno comparado com as taxas de bombeamento, de maneira que o armazenamento dentro do poço tubular profundo é insignificante.

6.2 Método de Theis para recarga

Metcalf e Eddy, 2007 no livro *Water Reuse* apresenta a aplicação do método de Theis, 1935 para estudar o problema de operação de um poço tubular profundo de injeção com objetivo de se fazer a **recarga** com água de reúso, mas que também pode ser para águas pluviais.

$$h_0 - h(r,t) = \frac{[Q / (4 \times \text{PI} \times T)] \times W(u)}{u = (r^2 \times S) / (4 \times T \times t)}$$

Sendo:

h_0 = pressão usada na injeção da água (m)

$h(r,t)$ = pressão da distância radial r do centro do poço num tempo t (m)

r = distância radial do centro do poço (m)

t = tempo após a injeção (s)

Q = vazão injetada de água (m^3/s)

T = transmissividade do aquífero (condutividade hidráulica \times profundidade do aquífero) (m^2/s)

u = parâmetro do tempo (adimensional)

S = coeficiente de armazenamento (adimensional)

$W(u)$ = função do poço (adimensional) obtido na Tabela (48.1)

Gupta, 2008 apresenta uma série para se calcular a função do poço $W(u)$.

$$W(u) = -0,5772 - \ln u + u - \frac{u^2}{(2.2!)} + \frac{u^3}{(3.3!)} - \dots$$

Nota: a equação de Theis é muito usada para calcular a queda $h(r,t)$ é menor que h_0 entretanto a equação pode ser aplicada para injeção multiplicando por um sinal negativo como segue:

$$h_0 - h(r,t) = \frac{[Q / (4 \times \text{PI} \times T)] \times W(u)}$$

$$h(r,t) - h_0 = \frac{[Q / (4 \times \text{PI} \times T)] \times W(u)}$$

Tabela 48.1- Valores de $W(u)$ para aplicação do método de Theis conforme Metcalf e Eddy, 2007

Values of the well function $W(u)$ as a function of the dimensionless parameter u^a

| u | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 | 8.0 | 9.0 |
|-------------------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|----------|-------|
| | 0.219 | 0.049 | 0.013 | 0.0038 | 0.0011 | 0.00036 | 0.00012 | 0.000038 | 0.00 |
| $\times 10^{-1}$ | 1.82 | 1.22 | 0.91 | 0.70 | 0.56 | 0.45 | 0.37 | 0.31 | 0.26 |
| $\times 10^{-2}$ | 4.04 | 3.35 | 2.96 | 2.68 | 2.47 | 2.30 | 2.15 | 2.03 | 1.92 |
| $\times 10^{-3}$ | 6.33 | 5.64 | 5.23 | 4.95 | 4.73 | 4.54 | 4.39 | 4.26 | 4.14 |
| $\times 10^{-4}$ | 8.63 | 7.94 | 7.53 | 7.25 | 7.02 | 6.84 | 6.69 | 6.55 | 6.44 |
| $\times 10^{-5}$ | 10.94 | 10.24 | 9.84 | 9.55 | 9.33 | 9.14 | 8.99 | 8.86 | 8.74 |
| $\times 10^{-6}$ | 13.24 | 12.55 | 12.14 | 11.85 | 11.63 | 11.45 | 11.29 | 11.16 | 11.04 |
| $\times 10^{-7}$ | 15.54 | 14.85 | 14.44 | 14.15 | 13.93 | 13.75 | 13.60 | 13.46 | 13.34 |
| $\times 10^{-8}$ | 17.84 | 17.15 | 16.74 | 16.46 | 16.23 | 16.05 | 15.90 | 15.76 | 15.65 |
| $\times 10^{-9}$ | 20.15 | 19.45 | 19.05 | 18.76 | 18.54 | 18.35 | 18.20 | 18.07 | 17.95 |
| $\times 10^{-10}$ | 22.45 | 21.76 | 21.35 | 21.06 | 20.84 | 20.66 | 20.50 | 20.37 | 20.25 |
| $\times 10^{-11}$ | 24.75 | 24.06 | 23.65 | 23.36 | 23.14 | 22.96 | 22.81 | 22.67 | 22.55 |
| $\times 10^{-12}$ | 27.05 | 26.36 | 25.96 | 25.67 | 25.44 | 25.26 | 25.11 | 24.97 | 24.86 |
| $\times 10^{-13}$ | 29.36 | 28.66 | 28.26 | 27.97 | 27.75 | 27.56 | 27.41 | 27.28 | 27.16 |
| $\times 10^{-14}$ | 31.66 | 30.97 | 30.56 | 30.27 | 30.05 | 29.87 | 29.71 | 29.58 | 29.46 |
| $\times 10^{-15}$ | 33.96 | 33.27 | 32.86 | 32.58 | 32.35 | 32.17 | 32.02 | 31.88 | 31.76 |

^aWenzel, L. K. (1942) "Methods for Determining Permeability of Water-Bearing Materials with Special Reference to Discharging-Well Methods," U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 887, p. 192, Washington, DC.

Exemplo 48.1- Baseado em Metcalf e Eddy, 2007.

Queremos usar um poço de injeção para recarga de água de reúso usando a equação de Theis:

Dados:

$$T = 0,02 \text{ m}^2/\text{s} \quad S = 0,0001 \quad Q = 0,03 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{raio do poço } r = 0,30 \text{ m.}$$

Determinar a pressão acima da cota piezométrica necessária para manter a infiltração depois de 10 dias após a injeção.

$$u = (r^2 \times S) / (4 \times T \times t)$$

$$u = (0,3^2 \times 0,0001) / (4 \times 0,02 \times 10 \times 86.400) = 1,2 \times 10^{-10}$$

Entrando na Tabela (48.1) de aplicação do método de Theis achamos $W(u) = 22,2$

$$h_0 - h(r,t) = [Q / (4 \times \text{PI} \times T)] \times W(u)$$

$$h_0 - h(r,t) = [0,03 / (4 \times 3,1416 \times 0,02)] \times 22,2 = 2,65 \text{ m}$$

Portanto, devemos aplicar uma pressão de 2,65m durante 10 dias para infiltrar 0,03m³/s.

6.3 Bibliografia e livros consultados

- GUPTA, RAM S. *Hydrology and Hydraulic Systems*. 3a ed. Waveland, ano 2008, 896 páginas, ISBN 1-57766-455-8.
- METCALF&EDDY. *Water Reuse*. McGraw Hill,2007, 1570páginas,ISBN 13.978-0-07145927-3