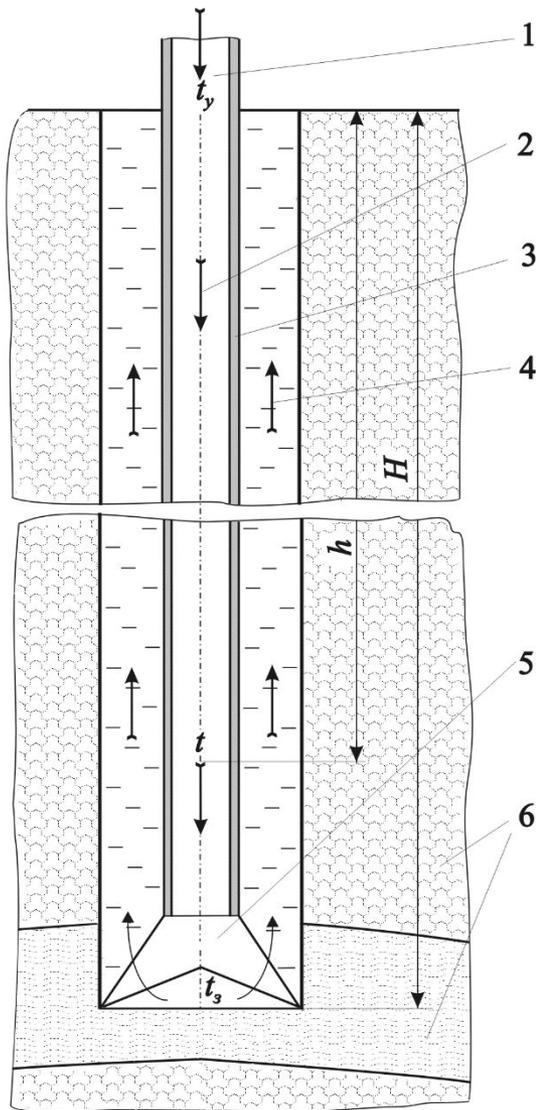


# • Температурное поле геотермальной скважины



1 – устье; 2 – нисходящий поток;  
3 – колонна труб; 4 – восходящий  
поток; 5 – забой; 6 – горная  
порода.

- Расчетные соотношения по определению температуры
- восходящего и нисходящего потоков получаются
- из совместного решения первого начала термодинамики
- и теплопередачи с учетом граничных условий.

### Температура нисходящего потока

$$t_{\text{низ}} = t_0 + \Gamma \cdot h - \frac{\Gamma}{A_1} + M_1 \cdot \exp\left[\left(\frac{A_2 - B}{2}\right) \cdot h\right] - R_1 \cdot \exp\left[\left(\frac{A_2 + B}{2}\right) \cdot h\right]$$

### Температура восходящего потока

$$t_{\text{верх}} = t_0 + \Gamma \cdot h + M_2 \cdot \exp\left[\left(\frac{A_2 - B}{2}\right) \cdot h\right] - R_2 \cdot \exp\left[\left(\frac{A_2 + B}{2}\right) \cdot h\right]$$

$$A_1 = \frac{k_1 \cdot \pi \cdot d_1}{G \cdot c_{pt}} \quad A_2 = \frac{k_2 \cdot \pi \cdot d_{ск}}{G \cdot c_{pt}} \quad B = \sqrt{A_2^2 + 4 \cdot A_1 \cdot A_2}$$

Коэффициенты теплопередачи от нисходящего к восходящему потоку в колонне труб  $k_1$  и от восходящего потока в окружающие горные породы  $k_2$  определяются по соотношениям

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{d_1}{2 \cdot \lambda_{ст}} \ln \frac{d_2}{d_1} + \frac{d_1}{\alpha_2 \cdot d_2}} \quad k_2 = \frac{\alpha_3}{1 + \frac{\alpha_3 \cdot d_{ск}}{4 \cdot \lambda_{гн}} \ln \left( 1 + \frac{a_{гн} \cdot \tau}{d_{ск}^2} \right)}$$

где

$\alpha_1$   $\alpha_2$   $\alpha_3$  – коэффициенты теплоотдачи внутри колонны, от стенок труб к восходящему потоку и от восходящего потока к горным породам, соответственно;

$d_1$   $d_2$   $d_{ск}$  – внутренний, наружный диаметры труб бурильной колонны и диаметр скважины;

$\tau$  – время работы, с.

Постоянные  $M_1$   $M_2$   $R_1$   $R_2$  определяются следующим образом

$$M_1 = \frac{\left( t_{ly} - t_0 + \frac{\Gamma}{A_1} \right) \cdot \left( \frac{A_2 + B}{2} \right) \cdot \exp\left( \frac{B \cdot H}{2} \right) + \Gamma \cdot \exp\left( -\frac{A_2 \cdot H}{2} \right)}{A_2 \cdot sh\left( \frac{B \cdot H}{2} \right) + B \cdot ch\left( \frac{B \cdot H}{2} \right)}$$

$$M_2 = M_1 \frac{B - A_2}{B + A_2}$$

$$R_1 = \frac{\left( t_{ly} - t_0 + \frac{\Gamma}{A_1} \right) \cdot \left( \frac{A_2 - B}{2} \right) \cdot \exp\left( -\frac{B \cdot H}{2} \right) + \Gamma \cdot \exp\left( -\frac{A_2 \cdot H}{2} \right)}{A_2 \cdot \operatorname{sh}\left( \frac{B \cdot H}{2} \right) + B \cdot \operatorname{ch}\left( \frac{B \cdot H}{2} \right)}$$

$$R_2 = R_1 \frac{B + A_2}{B - A_2}$$