

## 6. Особенности проведения расчетов по распределению температуры в стволах скважин

Дисциплина «Скважинная добыча нефти» МГР12, МГР-14

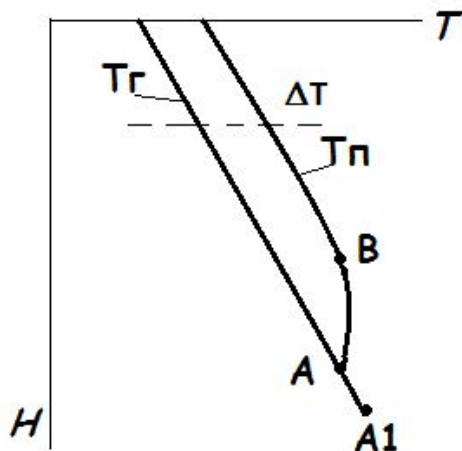
## Параметры, характеризующие распределение температуры в стволе скважины

- Количество тепла в потоке флюида ( $q$ ):

$$q = \lambda \cdot \frac{dT}{dx} ,$$

где  $\lambda$  – теплопроводность потока.

- Температурный градиент  $\Gamma_t = dT/dx$
- Распределение температуры в стволе скважины



### Условные обозначения:

$T_g$  – геотерма (температура в неработающей скважине),  $T_p$  – температура в работающей скважине,

$B$  – точка стабилизации температурного градиента,  $A$  – точка расположения нейтрального слоя (начало работы скважины),  $A_1$  – температура

- Уравнение Джоуля-Томсона – применяется для оценки температурного перепада нагрева пластовой жидкости от действия

$$\Delta T = -\bar{\varepsilon} \cdot \Delta P$$

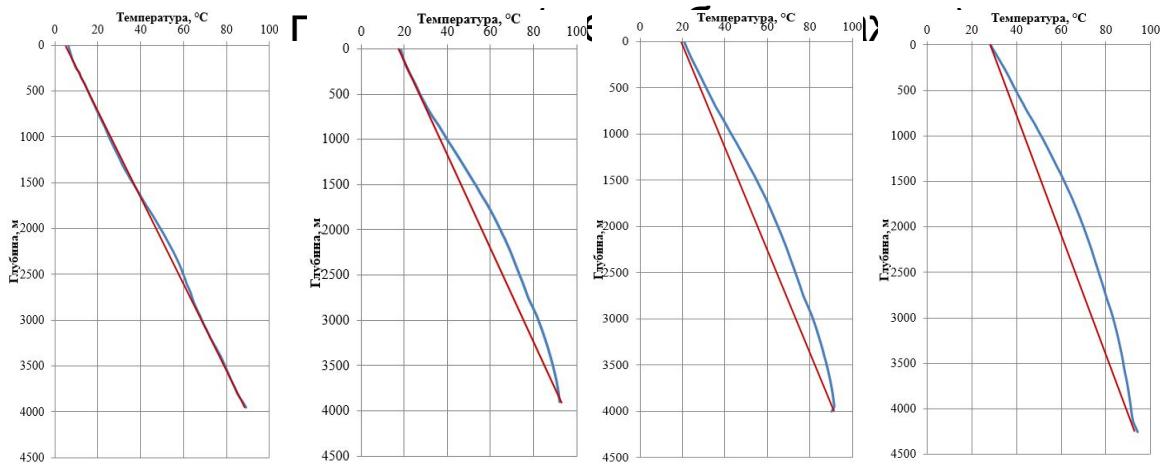
Здесь  $\bar{\varepsilon}$  – интегральный коэффициент (вода  $\bar{\varepsilon}=0,24 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Па}$ , нефть  $\bar{\varepsilon}=(0,4 \dots 0,6) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Па}$ , газ  $\bar{\varepsilon}=(2,5 \dots 4,1) \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Па}$ , знак «-» означает с падением  $P$   $T$  растёт.

- После попадания в ствол скважины жидкость начинает охлаждаться за счет конвективного теплообмена с окружающей средой. С учетом **з. Ньютона** для процесса охлаждения жидкости количество теряемого тепла определится,  $q = 2\pi r_{t0} \Delta L U \Delta T$

$$q = 2\pi r_{t0} \Delta L U \Delta T$$

где  $r_{t0} \cdot U = K$  – коэффициент теплопередачи,  $\Delta L$  – интервал, где происходят теплотери,  $\Delta T$  – разница температур флюида и горной породы.

- Для определения температуры по стволу скважин в основном применяются линейные модели, которые не учитывают скорость



68 м³/сут  
м³/сут

107 м³/сут

175 м³/сут

222

Известные расчетные методики определения  $T$  потока в скважине дают значительную погрешность при их использовании в условиях глубокозалегающих пластов с высокими газовыми факторами.

## Методики расчета распределения температуры по стволу скважины

Методика	Принцип	Формула	Характер распределения температуры
Решение уравнения теплопроводности	Решение уравнения теплопроводности с учетом допущений для стационарного режима работы скважины	$T = T_{\text{заб}} - \omega h \frac{\kappa \pi D^2 h}{4c\rho q D}$	Нелинейный
Мищенко И.Т.	Обобщение температурных режимов добывающих скважин	$T = T_{\text{пл}} \left( 1 - St \frac{h}{d} \cos \alpha \right)$ $St = \frac{1,763 \cdot 10^{-4}}{\ln(Q_M + 40)} - 0,202 \cdot 10^{-4}$	Линейный
Гиматудинов Ш.К.	Через температурный градиент газожидкостного потока	$T = T_{\text{пл}} - (H_{\text{кп}} - H) \frac{0,0034 + 0,79\omega \cos \alpha}{10 \frac{q}{20 d^{2,67}}}$	Линейный
Алвес и др.	Приближенное аналитическое решение уравнений градиентов давления и энтальпии	$T = (T_{\text{пл}} - wh \cos \alpha) + (T_{\text{вх}} - T_{\text{пл}}) \cdot b^{-\frac{\eta}{A}} + wA \cos \alpha (1 - b^{-\frac{\eta}{A}})$	Нелинейный