

## Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЕОТДАЧИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УПРУГИХ СВОЙСТВ ЖИДКОСТИ И ПОРОДЫ

Однородная по проницаемости и толщине пласта нефтяная залежь, ограниченная контуром нефтеносности  $F$ , окружена кольцевой законтурной водонапорной областью  $F_1$  (рис.1). Определить нефтеотдачу, которую можно получить из залежи за счет упругих свойств среды внутри контура нефтеносности и в законтурной части пласта, а также полное время с начала разработки залежи на упругом режиме. Даны:  $F, F_1, h, m, k, \mu_H, \mu, S, \beta_P, \beta_B, p_{пл}, p_{нас}, \Delta p_1, b_{H0}, b_{H1}$ .

### РЕШЕНИЕ

1. Коэффициент сжимаемости нефти определяется через начальный объем нефти в залежи  $V_{H0}$  и объем нефти при давлении насыщения  $V_{H1}$  (в итоге используем определение объемного коэффициента  $b$ ):

$$\beta_H = \frac{\Delta V_H}{V_{H0} \cdot \Delta p} = \frac{V_{H1} - V_{H0}}{V_{H0} \cdot (p_{пл} - p_{нас})} = \frac{b_{H1} - b_{H0}}{b_{H0} \cdot (p_{пл} - p_{нас})}.$$

2. Коэффициент упругости пласта (или сжимаемости пористой среды внутри контура нефтеносности) учитывает суммарную сжимаемость насыщающих ее жидкостей – нефти с насыщенностью  $1-S$  и воды с насыщенностью  $S$ , а также сжимаемость породы:

$$\beta^* = m \cdot [\beta_H (1 - S) + \beta_B S] + \beta_P.$$

3. Используя коэффициент  $\beta^*$  и объем залежи  $V_{зал}$ , вычислим объем нефти, извлекаемый под действием упругих сил внутри контура нефтеносности  $F$ :

$$\Delta V_H = \beta^* V_{зал} \cdot \Delta p = \beta^* (F \cdot h) \cdot (p_{пл} - p_{нас}).$$

4. Подсчитаем начальные запасы нефти в залежи:

$$V_{H0} = F \cdot h \cdot m \cdot (1 - S) / b_{H0}.$$

5. Вычислим нефтеотдачу, обусловленную действием только упругих сил внутри контура нефтеносности  $F$ :

$$\eta = \frac{\Delta V_H}{V_{H0}}.$$

6. Падение давления в пределах контура нефтеносности  $F$  нарушит равновесие в пласте, поэтому часть воды под действием упругой энергии законтурной части пласта  $F_1$  поступит в нефтеносную область. Коэффициент упругости (сжимаемости) пористой среды в законтурной обводненной части пласта  $F_1$  учитывает суммарную сжимаемость породы и насыщающей ее воды:

$$\beta_1^* = m \cdot \beta_B + \beta_P.$$

7. Используя коэффициент  $\beta_1^*$ , найдем количество воды  $\Delta V_B$ , которое поступит в нефтеносный контур  $F$  и вытеснит равную по объему нефть под действием упругих сил при изменении давления  $\Delta p_1$  в законтурной части пласта  $F_1$ :

$$\Delta V_B = \beta_1^* V_1 \cdot \Delta p_1 = \beta_1^* (F_1 \cdot h) \cdot \Delta p_1.$$

8. Вычисляется нефтеотдача, обусловленная суммарным действием упругих сил:

$$\eta_\Sigma = \frac{\Delta V_H + \Delta V_B}{V_{H0}}.$$

9. В нефтенасыщенной части залежи вычисляется коэффициент пьезопроводности пласта:

$$\chi = \frac{k}{\mu_H \beta^*}.$$

10. Далее определяется период времени, за которое давление в нефтеносной части залежи изменилось от начального пластового давления до давления насыщения:

$$t_H = F / \chi.$$

11. Определим площадь  $\Delta S_1$  в законтурной водонапорной части пласта  $F_1$  (рис. 2), на которой средневзвешенное давление уменьшилось на величину  $\Delta p_1$ :

$$\Delta S_1 = \frac{\Delta V_B}{h}.$$

12. В водонапорной части залежи вычисляется коэффициент пьезопроводности пласта:

$$\chi_1 = \frac{k}{\mu_B \beta_1^*}.$$

13. Далее вычисляется промежуток времени, в течение которого объем воды  $\Delta V_B$  поступил в нефтеносный контур  $F$ , а изменение давления  $\Delta p_1$  распространилось в законтурной водонапорной области  $F_1$ :

$$t_B = \frac{\Delta S_1}{\chi_1}.$$

14. Полное время с начала разработки залежи исключительно на упругом режиме составляет:

$$t_P = t_H + t_B.$$

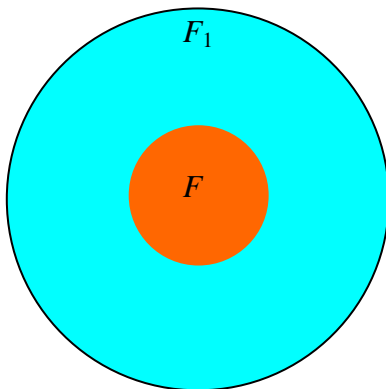


Рис. 1.

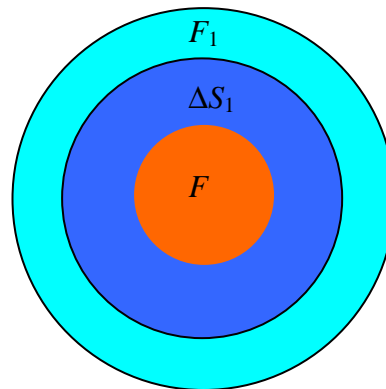


Рис. 2.

Для удобства расчеты желательно свести в таблицу:

$\beta_H$
$\beta^*$
$\Delta V_H$
$V_{HO}$
$\eta$
$\beta_{*1}$
$\Delta V_B$
$\eta_\Sigma$
$\chi$
$T_H$
$\Delta S_1$
$\chi^1$
$T_B$
$T_P$

Сводка формул:

$$\beta_n = \frac{\Delta V_H}{V_{H0} \cdot \Delta P} = \frac{V_{H1} - V_{H0}}{V_{H0} \cdot \Delta P} = \frac{b_{H1} - b_{H0}}{b_{H0}(p_{nl} - p_{nac})}$$

$$\beta^* = m \cdot [\beta_H(1-S) + \beta_B S] + \beta_\Pi$$

$$\Delta V_H = \beta^* V_{3at} \cdot \Delta P = \beta^* (F \cdot h)(P_{nl} - P_{nac})$$

$$V_{H0} = F \cdot h \cdot m(1-S) / b_{H0}$$

$$\eta = \frac{\Delta V_H}{V_{H0}}$$

$$\beta_1^* = m\beta_e + \beta_n$$

$$\Delta V_e = \beta_1^* V_1 \cdot \Delta P_1 = \beta_1^* (F_1 \cdot h) \Delta P_1$$

$$\eta_\Sigma = \frac{\Delta V_H + \Delta V_B}{V_{H0}}$$

$$\chi = \frac{k}{\mu_H \beta^*}$$

$$t_H = F / \chi$$

$$\Delta S_1 = \frac{\Delta V_B}{h}$$

$$\chi_1 = \frac{k}{\mu_B \beta_1^*}$$

$$t_B = \frac{\Delta S_1}{\chi_1}$$

$$t_P = t_H + t_B$$