

**Расчет физико-химических параметров продукции скважин**

Цель работы: определение параметров пластовой нефти при различных условиях

**Теоретическая часть**

Некоторые из свойств пластовой нефти нефтяных месторождений, определяемых при исследовании глубинных проб отдельно или в сочетании, тесно связаны с ее генезисом и поэтому часто используются как характеристические параметры пластовой нефти.

Наличие в качестве исходной информации экспериментальных характеристик свойств пластовой нефти достаточно для решения большей части задач, касающихся эксплуатации систем сбора и подготовки скважинной продукции. При этом необходимо учитывать изменения этих параметров при различных условиях.

Плотность нефти при стандартных условиях определяют экспериментально с помощью различных приборов. Однако, для решения промысловых задач необходимо знать ее значение при других температурах.

Плотность сепарированной нефти в зависимости от температуры можно рассчитать исходя из определения коэффициента термического расширения нефти:

**Практическая часть**

Задача 2.1. При приготовлении рекомбинированной пробы сепарированную нефть сначала сжимают до пластового давления и нагревают до пластовой температуры. Затем эту нефть насыщают попутным газом. Определить насколько увеличится объем нефти и кажущуюся плотность если плотность сепарированной нефти в стандартных условиях  $840 \text{ кг/м}^3$  пластовое давление  $27 \text{ МПа}$ , пластовая температура  $81 \text{ }^\circ\text{C}$ , плотность газа при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $0.1 \text{ МПа}$   $1.3 \text{ кг/м}^3$ , газонасыщенность (объемы нефти и газа приведены к стандартным условиям)  $102 \text{ м}^3/\text{м}^3$ , масса нефти  $1 \text{ кг}$ .

Решение.

Определяют объем сепарированной нефти известной массы при пластовых давлении и температуре:

а) по формуле рассчитывают уменьшение объема сепарированной нефти при сжатии ее до пластового давления:

$$\Delta V_p = -\frac{m_n}{\rho_n} \beta_n p_{\text{пл}} = -\frac{1}{840} \cdot 6.5 \cdot 10^{-4} \cdot 27 = -2.1 \cdot 10^{-5}, \text{ м}^3$$

б) по формуле рассчитывают увеличение объема сепарированной нефти из-за нагревания до пластовой температуры, предварительно найдя коэффициент термического расширения:

$$\alpha_n = 10^{-3} \cdot 1.975 (1.272 \cdot 840 \cdot 10^{-3}) = 0.725 \cdot 10^{-3} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_t = \frac{m_n}{\rho_n} \alpha_n (t_{пл} - 20) = \frac{0.725 \cdot 10^{-3} \cdot (81 - 20)}{840} = 5.3 \cdot 10^{-5} \text{ ,м}^3$$

в) определяют объем сепарированной нефти при пластовых давлении и температуре:

$$V_n^* = V_n + \Delta V_t + \Delta V_p = \frac{1}{840} + 5.3 \cdot 10^{-5} - 2.1 \cdot 10^{-5} = 122.3 \cdot 10^{-5} \text{ ,м}^3$$

По формуле рассчитывают коэффициент изменения объема нефти из-за насыщения ее газом:

$$\begin{aligned} \lambda_{нг} &= 10^{-3} (4.3 + 0.858 \cdot 1.3 + 5.2 \cdot (1 - 1.5 \cdot 102 \cdot 10^{-3}) \cdot 102 \cdot 10^{-3} - 3.54 \cdot 840 \cdot 10^{-3}) = \\ &= 0.0028 \end{aligned}$$

Исходя из формулы рассчитывают объем нефти при пластовых давлении и температуре газонасыщенностью  $\Gamma_0$  и изменение объема нефти при рекомбинации:

$$V_{нг} = V_n^* (1 + \lambda_{нг} \Gamma_0) = 122.3 \cdot 10^{-5} \cdot (1 + 0.0028 \cdot 102) = 157.2 \cdot 10^{-5} \text{ ,м}^3$$

$$\Delta V = V_{нг} - V_n = (157.2 - 119) \cdot 10^{-5} = 38 \cdot 10^{-5} \text{ ,м}^3$$

По формуле рассчитывают кажущуюся плотность растворенного газа

$$\rho_{гк} = \rho_g / \lambda_{нг} = 1.3 / 0.0028 = 446.4 \text{ кг/м}^3$$

Задача 2.2. По условию задачи 2.1 рассчитать объемный коэффициент нефти

Решение.

Объемный коэффициент рассчитываем по формуле

$$\begin{aligned} b &= 1 + \lambda_{нг} \Gamma_0 + \alpha_n (t - 20) - 6.5 \times 10^{-4} p = 1 + 0.0028 \cdot 102 + 0.725 \cdot 10^{-3} (81 - \\ &- 20) - 6.5 \cdot 10^{-4} \cdot 27 = 1.312 \end{aligned}$$

Задача 2.3. По условию задачи 2.1 рассчитать плотность нефти в пластовых условиях.

Решение

Плотность нефти в пластовых условиях рассчитывается по формуле

$$\rho_{\text{нГ}} = \frac{1}{b} (\rho_{\text{н}} + \rho_{\text{Г}} \Gamma_0) = \frac{840 + 1.3 \cdot 102}{1.312} = 737 \text{ кг/м}^3$$

Задача 2.4. Найти молярную массу (условия стандартные) вязкость и теплоемкость сепарированной нефти при  $50^\circ\text{C}$ , если при стандартных условиях ее плотность  $850 \text{ кг/м}^3$ , вязкость  $8,5 \text{ мПа} \cdot \text{с}$ .

Решение

Молярная масса нефти рассчитывается по формуле

$$M_{\text{н}} = 0,2 \rho_{\text{н}} \mu_{\text{н}}^{0,11} = 0,2 \times 850 \times 8,5^{0,11} = 215,1 \text{ кг/кмоль}$$

Поскольку по условию задачи известно только одно экспериментальное значение вязкости нефти при температуре  $t_0 = 20^\circ\text{C}$ , то значение ее при температуре  $t = 50^\circ\text{C}$  можно определить по формуле

Принимаем  $C = 1000 \text{ 1/мПа} \cdot \text{с}$ ;  $a = 0,76 \cdot 10^{-3} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ .

$$k = \frac{1}{1 + 0,76 \times 10^{-3} (50 - 20) \lg(1000 \times 8,5)} = 0,918$$

$$\mu_{50} = \frac{(C \mu_{t_0})^k}{C} = \frac{(1000 \times 8,5)^{0,918}}{1000} = 4,039 \text{ мПа} \cdot \text{с}$$

Теплоемкость сепарированной нефти находим по формуле

$$C_p = \frac{107,325(496,8 + t)}{\sqrt{\rho_{\text{н}}}} = \frac{107,325(496,8 + 50)}{\sqrt{850}} = 2013 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

