

1. **Определение давлений на забоях скважин в элементе семиточечной схемы расположения скважин при внутриконтурном площадном заводнении**

Нефтяное месторождение разрабатывается с применением площадного внутриконтурного заводнения при семиточечной схеме расположения скважин, при этом объем воды, которая закачивается в пласт, равен объему добытой нефти. Схема элемента месторождения, состоящего из одной нагнетательной скважины и шести добывающих, показана на рисунке рис. 3.6 [2].

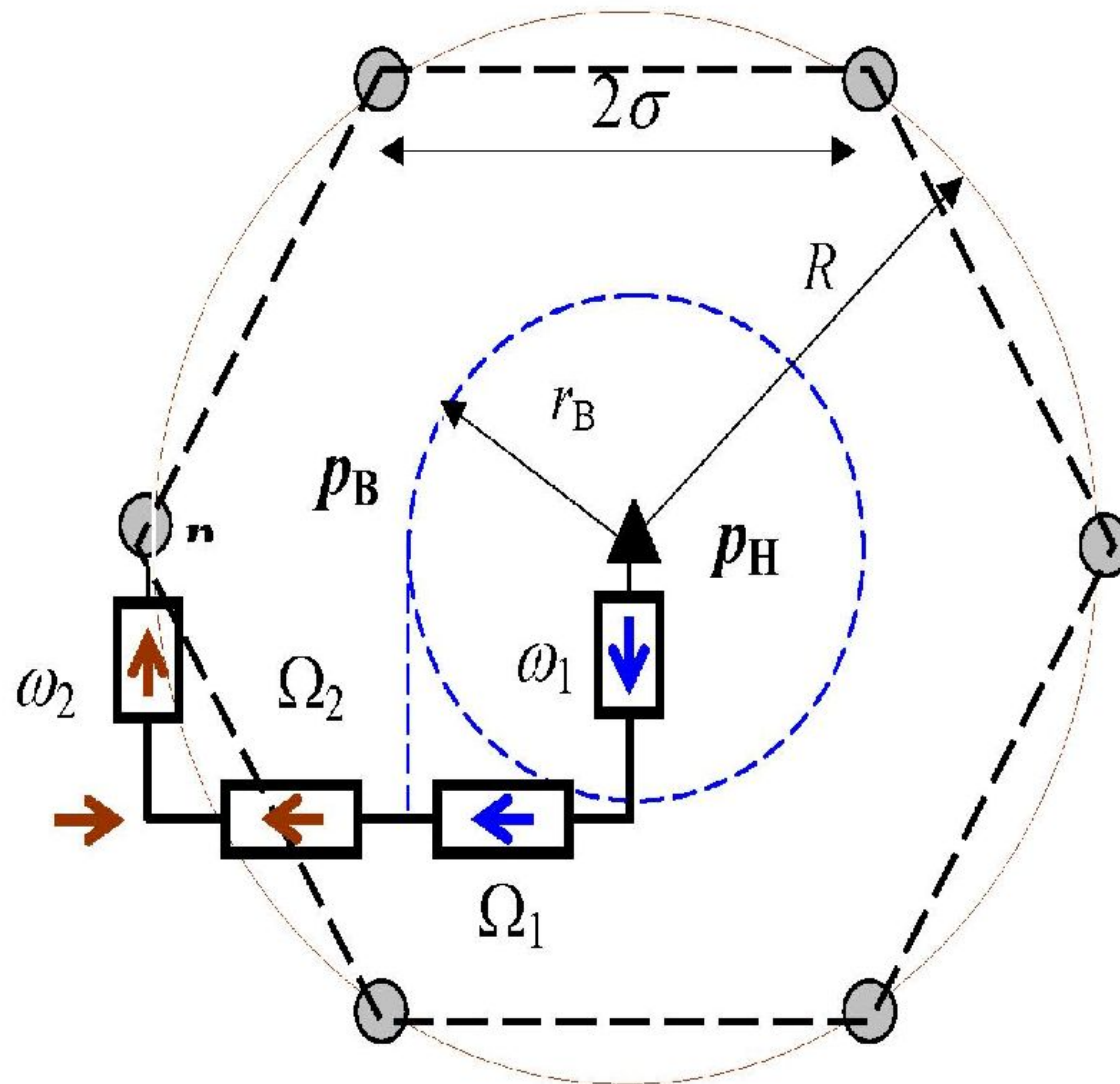


Рис. 3.6. Схема семиточечного элемента системы разработки

Определить:

- Давление на фронте вытеснения p_b в момент времени t_* .
- Давление на забое добывающих скважин p_c в момент времени t_* .
- Время (в годах) безводной добычи нефти из рассматриваемого элемента месторождения.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Таблица исходных данных для расчета требуемых параметров

Наименование исходных параметров	Значение	
	1	2
Радиус ряда добывающих скважин R , м	400	500
Радиус скважины r_c , м	0,1	0,1
Проницаемость пород пласта для нефти k_n , м ²	$0,2 \cdot 10^{-12}$	$0,2 \cdot 10^{-12}$
Проницаемость пород пласта для воды k_v , м ²	$0,15 \cdot 10^{-12}$	$0,15 \cdot 10^{-12}$
Толщина пласта h , м	12	10
Вязкость нефти μ_n , мПа·с	1,5	1,5
Вязкость воды μ_v , мПа·с	1	1
Пористость пород пласта m	0,22	0,22
Насыщенность пород пласта связанной водой $S_{св}$	0,07	0,07
В нагнетательную скважину закачивается вода с расходом q , м ³ /сут	400	370
При давлении на забое нагнетательных скважин p_n , Мпа	15	15
При этом в некоторый момент времени фронт закачиваемой в пласт воды распространился от центра нагнетательной скважины на расстояние r_b , м	100	150

РЕШЕНИЕ

Для расчета давления на забое добывающих скважин представляем фильтрационную схему рассматриваемого участка пласта эквивалентной ей электрической схемой, как показано на рисунке, и составляем систему уравнений интерференции фильтрационных сопротивлений путем обхода схемы от p_H до p_C отдельно для нефти и отдельно для воды.

Фильтрация воды на участке элемента пласта от нагнетательной скважины до фронта вытеснения нефти водой согласно закону Дарси описывается выражением:

$$p_H - p_B = q(\omega_1 + \Omega_1), \quad (3.17)$$

где:

$$\omega_1 = \frac{\mu_B}{2\pi k_B h} \ln \frac{\sigma}{\pi r_C} = 5.75 \cdot 10^8 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3, \quad (3.18)$$
$$\Omega_1 = \frac{\mu_B}{2\pi k_B h} \ln \left(\frac{\pi r_B}{\sigma} \right) = 3.59 \cdot 10^7 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3,$$

ω_1 – внутреннее и Ω_1 – внешнее фильтрационное сопротивление при фильтрации воды на указанном участке.

Отсюда находится давление на фронте вытеснения p_B .

Легко проверить, что формула, аналогичная предыдущей, для нахождения давления на фронте вытеснения p_B получается из формулы Дюпои:

$$q = \frac{2\pi k_B h (p_B - p_H)}{\mu_B \ln \left(\frac{r_B}{r_C} \right)}. \quad (3.19)$$

При расчете фильтрации нефти будем иметь в виду, что при площадном заводнении с использованием семиточечной схемы для одного элемента системы разработки, общий дебит ряда добывающих скважин обеспечен притоком нефти от нагнетательной скважины данного элемента только на $1/3$ (каждая добывающая скважина принадлежит одновременно трем элементам). Остальная часть дебита обеспечена притоком нефти от соседних элементов. Отсюда можно получить количество добывающих скважин в элементе разработки, суммарный дебит которых равен притоку из данного элемента системы разработки:

$$n = 6 \cdot \left(\frac{1}{3} \right) = 2.$$

Фильтрация нефти на участке элемента пласта от фронта вытеснения нефти водой до забоев скважин добывающего ряда описывается выражением:

$$p_B - p_C = q(\Omega_2 + \omega_2), \quad (3.20)$$

где:

$$\omega_2 = \frac{\mu_H}{n2\pi k_{II} h} \ln \frac{\sigma}{\pi r_C} = 1.079 \cdot 10^8 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3,$$

$$\Omega_2 = \frac{\mu_{II}}{2\pi k_{II} h} \ln \left(\frac{R}{r_B} \right) = 1.38 \cdot 10^8 \text{ Па} \cdot \text{с}/\text{м}^3, \quad (3.21)$$

ω_2 – внутреннее и Ω_2 – внешнее фильтрационное сопротивление при фильтрации нефти на указанном участке.

Время обводнения (время безводной добычи нефти) рассматриваемого элемента месторождения при постоянном расходе закачиваемой в пласт воды определяется по формуле:

$$t_{БЭ} = \frac{V_э}{q \cdot 86400 \cdot 365} = \text{ГОДЫ}, \quad (3.22)$$

где:

$$V_э = R^2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \sqrt{3}}{2} \right) \cdot h \cdot m \cdot (1 - S_{св}) = 1.02 \cdot 10^6 \text{ м}^3.$$

начальные запасы нефти в рассматриваемом элементе системы разработки месторождения.