

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ И ОБУСТРОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

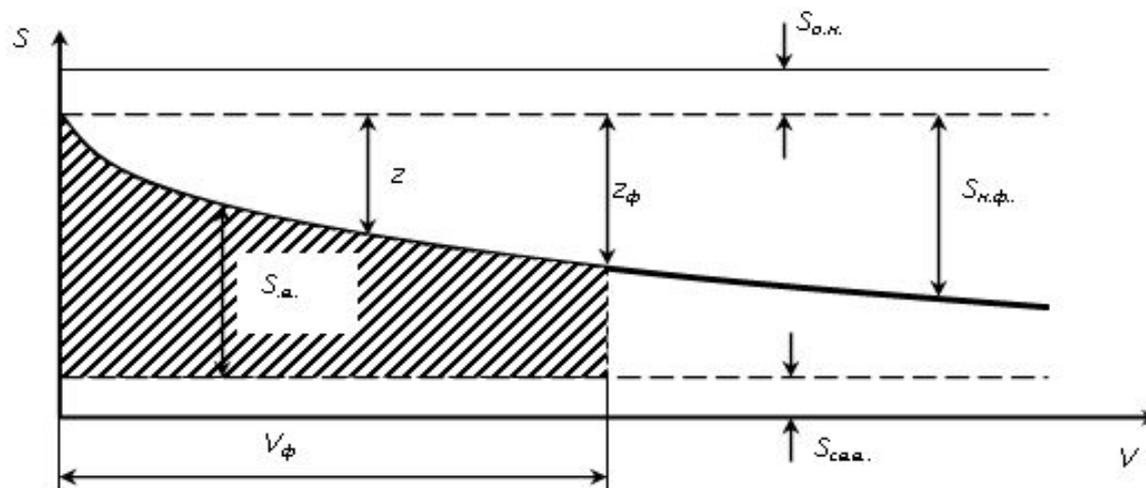
Лекция №4

Хромых Людмила Николаевна

Расчеты технологических показателей разработки неоднородных пластов по методике ВНИИ (методика Ю.П. Борисова).

- Ю.П. Борисовым предложен метод расчета показателей разработки нефтяных залежей с учетом неоднородности пластов по проницаемости. Метод Борисова является основой для применяемых в настоящее время методов расчета процесса разработки нефтяных залежей при заводнении.
- В качестве расчетной модели принимается пласт, состоящей из набора параллельно работающих трубок тока одинакового поперечного сечения. Трубки тока имеют разную проницаемость и вероятностно распределены в объеме пласта.
- В первом приближении принято, что число трубок тока определяется эмпирической кривой распределения проницаемости, построенной по данным кернового или геофизического материала.

- Предполагается, что расход жидкости через трубку тока в каждый момент времени пропорционален ее проницаемости.
- Ряды скважин рассматриваются как эквивалентные галереи с дополнительным внутренним фильтроционным сопротивлением.
- Очень важный фактор, что в действительности не происходит полного, поршневого вытеснения нефти водой и за фронтом вытеснения остается водонефтяная смесь, нефтенасыщенность которой уменьшается по мере прокачки жидкости, учитывается преобразованием спектра распределения трубок тока.
- Кривая изменения насыщенности при вытеснении нефти водой:



- где: z – насыщенность породы подвижной нефтью в зоне водонефтяной смеси;
- z_{ϕ} – на фронте вытеснения;
- $S_{с.в.}$ – количество связанной воды или первоначальная водонасыщенность;
- $S_{о.н.}$ – остаточная нефтенасыщенность или количество нефти, которая остается в породе после бесконечно долгой промывки;
- $S_{н.ф.}$ – общая нефтенасыщенность на фронте вытеснения;
- V_{ϕ} – объем пласта, до фронта продвижения ВНК.
- Непоршневая часть эпюры вытеснения рассматривается как объем пласта, в котором трубки тока обладают дополнительной неоднородностью по проницаемости.
- Эта проницаемость изменяется по закону, соответствующему распределению насыщенности на данном участке:

$$z = \sqrt{\frac{m\mu_0 V}{150Q(t)}} \quad (1)$$

- где: z – насыщенность подвижной нефтью;
- m, V – пористость и объем пласта;
- $\mu_0 = \frac{\mu_H}{\mu_a}$;
- $Q(t)$ – количество вторгшейся в пласт жидкости.
- Уравнение (1) получено Борисовым на основании обработки кривых фазовых проницаемостей Эфроса и уравнения Баклея – Леверетта и справедливо для соотношения $1 \leq \mu_0 \leq 10$
- Насыщенность на фронте вытеснения z_ϕ определяется из уравнения:

$$z_\phi = 0,1 \sqrt{\frac{\mu_0}{1,5(1 - S_{O.H.} - S_{на́р́а}) - z_\phi}} \quad (2)$$

- Величину z_{ϕ} находят методом итераций (последовательных приближений).
- Схема расчета процесса вытеснения из преобразованного пласта строится путем определения характеристик вытеснения по отдельным трубкам тока, где вытеснение считается поршневым. Затем суммируются результаты по всем трубкам с различной проницаемостью.
- Дальнейшие расчеты технологических показателей разработки выполняются или при заданных перепадах давления, или при заданных дебитах жидкости для различных систем заводнения.
- Для однорядной системы заводнения при условии равнодебитности эксплуатируемых и нагнетательных скважин, дебит одной скважины или перепад давления определяется из уравнения:

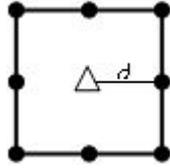
$$\frac{2\pi kh(P_H - P_Y)}{\mu_a q} = 12z_\delta + 25z_\delta^2 + 1,7 \ln \frac{r_\delta}{r_H} + \mu_0 \ln \frac{d}{r_\delta} + \frac{\mu_0}{2} \ln \frac{d}{6r_c} \quad (3)$$

- где r_c, r_H – радиус добывающей и нагнетательной скважины;
- r_ϕ – радиус фронта вытеснения;
- d – расстояние от нагнетательной скважины до ближайшей эксплуатационной скважины.

- Время для соответствующих положений определяется по формуле:

$$t = \frac{m\delta\mu_a r_\delta^2}{2k(P_H - P_Y)} \left[12z + 25z^2 + \mu_0 \ln \frac{2\sigma^2}{\pi r_c r_H} + (1,7 - \mu_0) \ln \frac{r_\delta}{r_H \sqrt{a}} \right] \quad (4)$$

- Для девятиточечной площадной системы заводнения дебит одной нагнетательной скважины или трех эксплуатационных или перепад давления определяется из уравнения:



$$\frac{2\pi kh(P_H - P_Y)}{\mu_d q} = 12z_\delta + 25z_\delta^2 + 1,7 \ln \frac{r_\delta}{r_c} + \mu_0 \left(\ln \frac{4d}{\pi r_\delta} + \frac{1}{3} \ln \frac{d}{2\pi r_c} \right) \quad (5)$$

$$\omega = \frac{n_q}{n_i}$$

Время для различных положений при $\Delta P = const$ ($\Delta P = P_H - P_Y$) определяется по формуле:

$$t = \frac{m\delta\mu_d r_\delta^2}{2k(P_H - P_Y)} \left[12z + 25z_\delta^2 + \mu_0 \ln \frac{4d}{\pi r_c} + \frac{\mu_0}{3} \ln \frac{d}{2\pi r_c} + (1,7 - \mu_0) \ln \frac{r_\delta}{r_n \sqrt{a}} \right] \quad (6)$$

- где δ – средний коэффициент использования объема пор в пределах водонефтяной зоны.

$$\delta = 1 - S_{\tilde{n}.a.} - S_{i.i.} - \frac{2}{3} z_\delta$$

- При проектировании разработки неоднородных прерывистых пластов технологические показатели предлагается рассчитывать двумя способами: по схеме прерывистого пласта и по схеме непрерывистого пласта с использованием дополнительных коэффициентов, учитывающих прерывистость и линзовидность.
- По схеме прерывистых пластов объем схематизируется серией объемов линз и полулинз различной длины. Данные о протяженности линз и полулинз по отношению к направлению фильтрации жидкости получают в результате обработки зональных карт распространения прослоев и составление при этом ранжированного ряда длин и объемов линз и полулинз. Из расчета исключаются все объемы линз.
- Расчетной схемой является набор пластов различной длины, при этом начальное положение ВНК для всех пластов принимается одинаковым.