



# КОНЦЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ПРИ ИЗМЕРЕНИЯХ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

## Лекция 11

Троицкий В.М. канд. физ.-мат. наук  
Лаборатория физического моделирования  
многофазных процессов

# КОНЦЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ

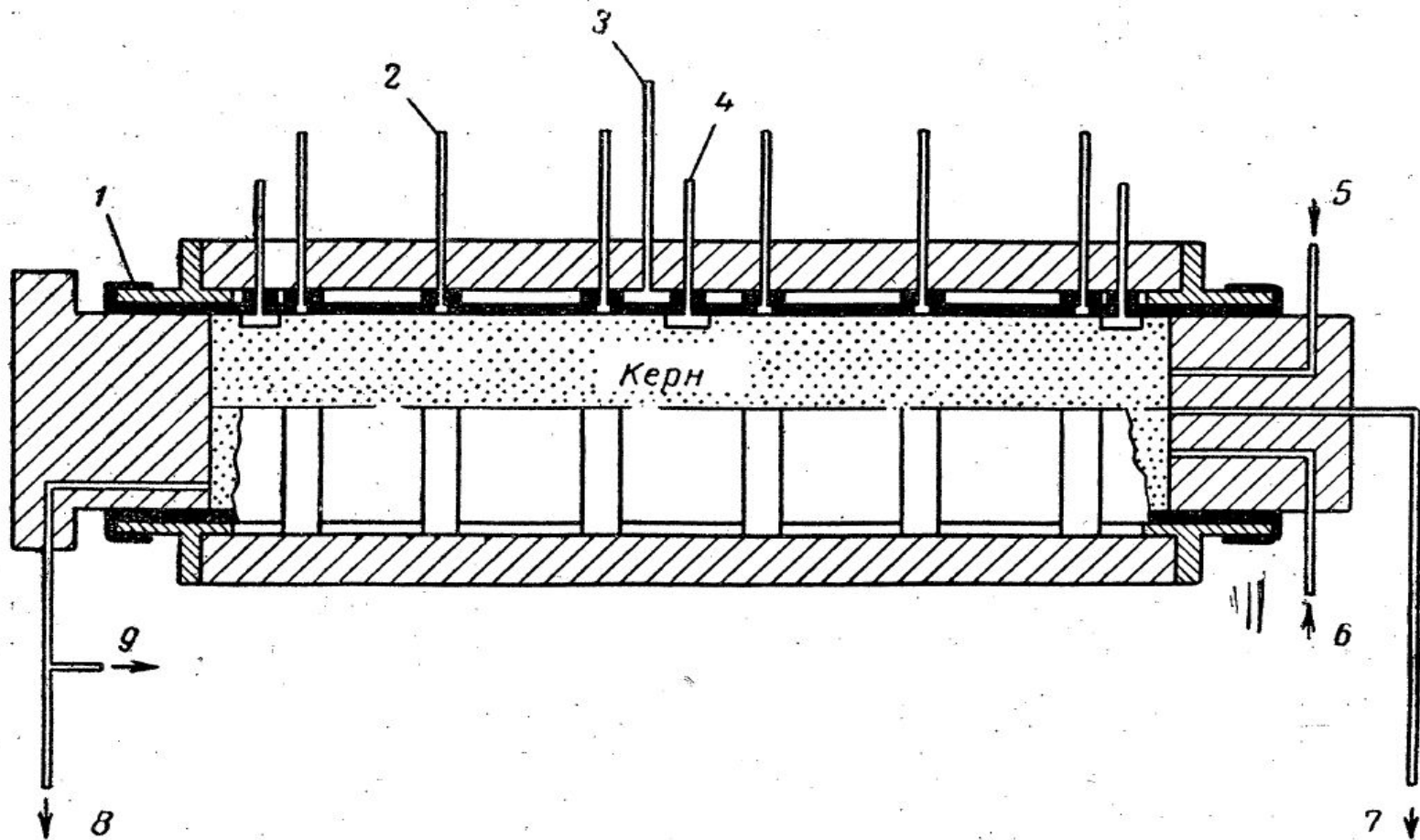


Рис. III. 49. Прибор для определения относительной проницаемости на длинных ядрах (по Рихардсону и др. [28]).

1 — неопреновый рукав; 2 — отвод для замера давления газа; 3 — отвод для гидрообжима; 4 — отвод для замера давления нефти; 5 — вход газа; 6 — вход нефти; 7 — давление газа на входе; 8 — к бюретке для замера нефти; 9 — к газовому счетчику.

# КОНЦЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ

## Малые расходы флюидов

## Большие расходы флюидов

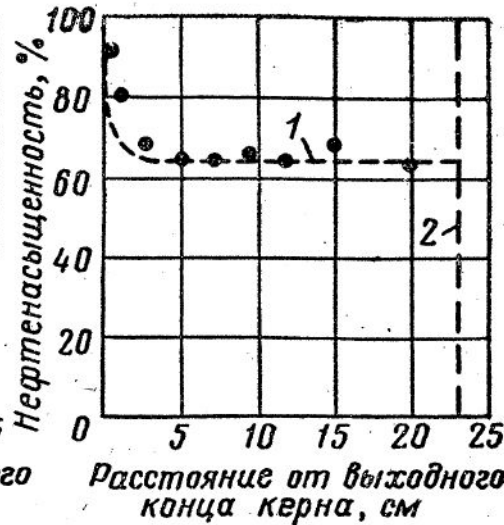
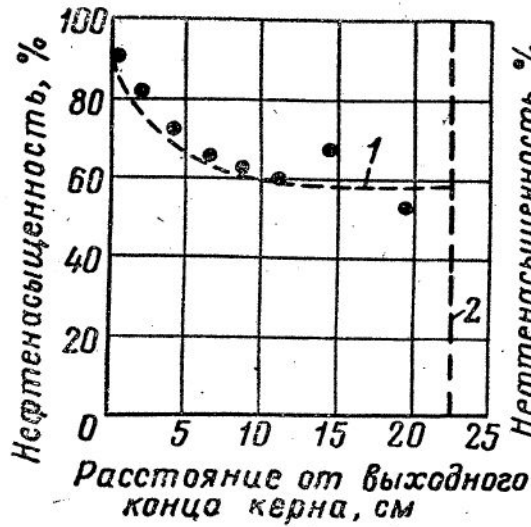


Рис. III. 51. Сравнение теоретических и экспериментальных градиентов насыщенности, вызванных концевым эффектом ( $q_{г} = 0,15 \text{ см}^3/\text{сек}$ ;  $q_{н} = 0,000336 \text{ см}^3/\text{сек}$ ) (по Рихардсону и др. [28]).

1 — теоретический градиент насыщенности; 2 — входной конец ядра.

Рис. III. 52. Сравнение теоретических и экспериментальных градиентов насыщенности, вызванных концевым эффектом ( $q_{г} = 0,80 \text{ см}^3/\text{сек}$ ;  $q_{н} = 0,00288 \text{ см}^3/\text{сек}$ ) (по Рихардсону и др. [28]).

1 — теоретический градиент насыщенности; 2 — входной конец ядра.

Действие концевого эффекта выражается в нарушении непрерывности насыщенности на выходе из ядра при вытеснении одной фазы другой.

Фазы, движущиеся через ядро, вытекают в область не занятую пористой средой

На выходной поверхности модели (со стороны выходной капиллярной трубки) все фазы находятся при одном и том же давлении, в то время как внутри пор модели на выходной поверхности (по условиям капиллярного давления) насыщенность смачивающей фазы должна достигать 100%.

На выходной поверхности ядра возникает градиент насыщенности смачивающей фазы

# КОНЦЕВЫЕ ЭФФЕКТЫ

## Меры борьбы с концевыми эффектами

1. *Высокие скорости фильтрации*

2. *Увеличение длины модели*

-за счет *кернового материала;*

-за счет *высокопроницаемых (фарфоровых) вставок*

3. *Конструктивные особенности кернодержателя:*

-*измерение перепада давления и флюидонасыщенности в центральной части модели;*

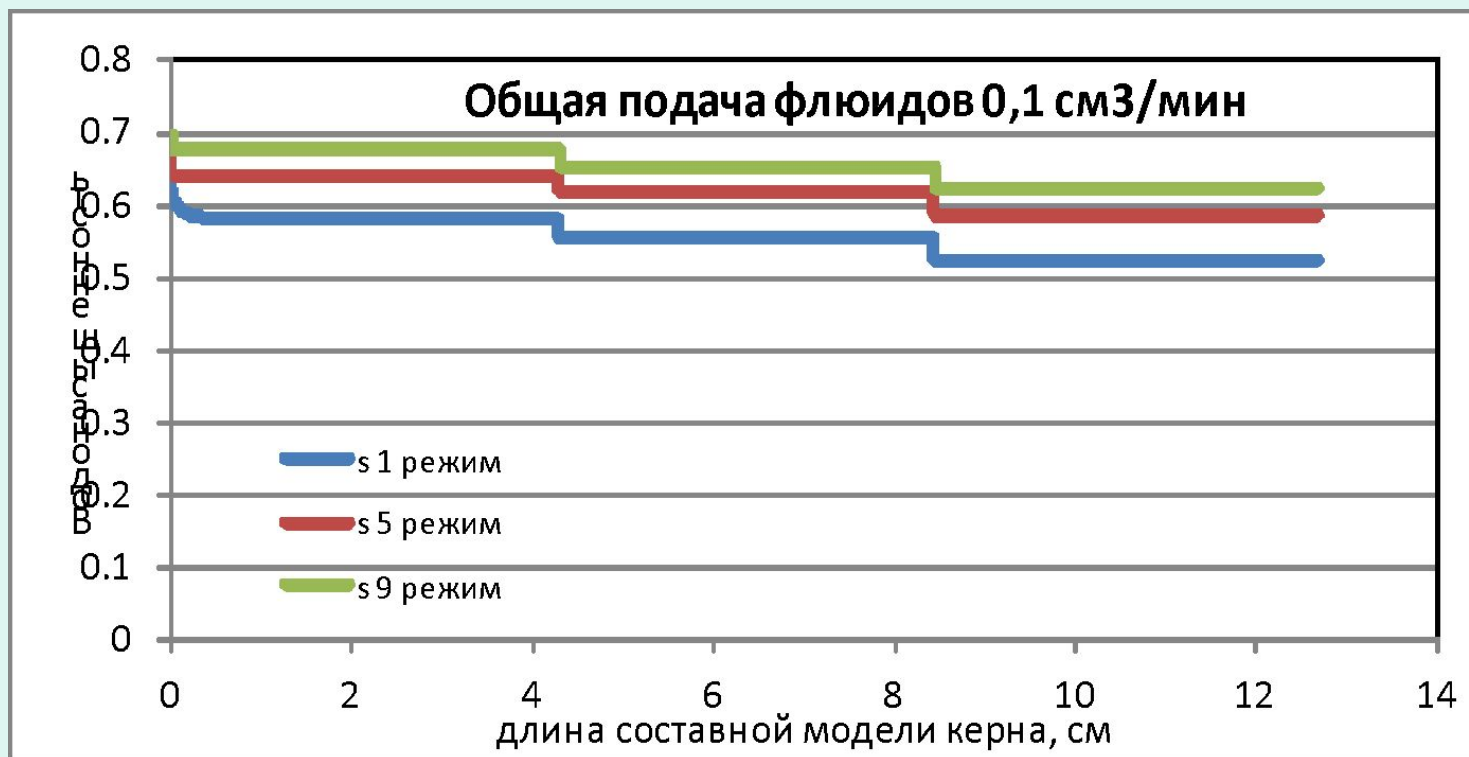
- *конфузорная форма кернодержателя*

## Особенности измерения перепада давления

-*измерять давление в одной и той же фазе иначе вносится ошибка  $P_{кап}$*

# РЕЗУЛЬТАТЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Распределение водонасыщенности по длине составной модели пласта



Фильтрация в системе «газ-вода»  
1 режим соответствует доле воды в общем потоке 10 %,  
5 режим – 50 %, 9 режим – 90 %

# ЗАДАЧА

## Формирование модели пласта и определение $\Delta P_{\min}$ и $L_{\min}$

### Условие:

Имеем 7 образцов керна с параметрами:

- длина образцов:  $L_1=3,5$  см;  $L_2=2$  см;  $L_3=4,5$  см;  $L_4=3,7$  см;  $L_5=5,5$  см;  $L_6=2,2$  см;  $L_7=2,8$  см.

- Абсолютная проницаемость по азоту:  $K_1=56$  мД;  $K_2=38$  мД;  $K_3=89$  мД;  $K_4=28$  мД;  $K_5=110$  мД;  $K_6=45$  мД;  $K_7=122$  мД.

- пористость образцов:  $m_1=20\%$ ;  $m_2=16\%$ ;  $m_3=25\%$ ;  $m_4=23\%$ ;  $m_5=18\%$ ;  $m_6=15\%$ ;  $m_7=28\%$

- диаметр образцов  $D_{\text{обр}}=30$  мм;

-  $\sigma = 25$  дин/см (коэффициент поверхностного натяжения на границе «нефть/вода»)

### Найти:

1. Сформировать модель пласта «50 мД»

2. Определить  $K_{\text{абс}}$  модели

3. Определить  $V_{\text{пор}}$  модели и  $m$  – пористость модели

4. Определить  $\Delta P_{\min}$  и  $L_{\min}$  модели пласта

5. Для полученного  $\Delta P_{\min}$  определить скорость фильтрации  $V_{\text{ф}}$ , размер пор  $r_0$ , время  $r_0/V_{\text{ф}}$

# ЛИТЕРАТУРА:

## ■ ОСНОВНАЯ:

- 1. Эфрос Д.А. Исследование фильтрации неоднородных систем. – М., Гостехиздат, 1963.
- 2. Амикс Дж., Басс Д., Уайтинг Р. Физика нефтяного пласта. – М., Гостоптехиздат. – 1962.-570 стр.
- 3. Розенберг М.Д., Кундин С.А. Многофазная многокомпонентная фильтрация при добыче нефти и газа. – М.: Недра. – 1976, - 198 стр.
- 4. Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика. Учебное пособие для вузов. – М.- Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005, 544 с.

# ЛИТЕРАТУРА:

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

- 1. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта. – М., Недра.-1971.-309 стр.
- 2. Степанова Г.С. Газовые и водогазовые методы воздействия на нефтяные пласты. – М., «Газоил пресс»». -2006.-200 стр.
- 3. Селяков В.И. Кадет В.В. Перколяционные модели процессов переноса в микронеоднородных средах. – М.: недра. – 1995.- 222 стр.
- 4. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике.перевод с немецкого. – М.: ИЛ.- 1957.- 726 стр.



# ЛИТЕРАТУРА:

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ:

- 5. Брусиловский А.И. Фазовые превращения при разработке нефти и газа. М.: «Грааль», 2002.
- 6. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. – М.: Недра, 1996, 447 с.
- 7. Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. – М.: Недра, 1984, 211 с.
- 8. Закиров С.Н. Разработка газовых, газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений. – М.: Струна, 1998, 628 с.
- 9. Бузинов С.Н., Умрихин И.Д. Исследование нефтяных и газовых скважин и пластов. – М.: Недра, 1984, 270 с.
- 10. Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – М.: Гостоптехиздат, 1963, 396 с.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !**

internet: [www.vniigaz.ru](http://www.vniigaz.ru)  
intranet: [www.vniigaz.gazprom.ru](http://www.vniigaz.gazprom.ru)  
e-mail: [vniigaz@vniigaz.gazprom.ru](mailto:vniigaz@vniigaz.gazprom.ru)  
телефон: (+7 495) 355-92-06  
факс: (+7 495) 399-32-63