

Лекция №8

1. Модели пластов (продолжение)

Тема 1. Модели пластов (продолжение)

Композитные модели пластов

Наиболее классические случаи с наблюдением изменений гидропроводности по площади коллектора:

1. Закачка флюида, отличного от пластового;
2. Изменение насыщенности из-за водоносного горизонта;
3. Изменение насыщенности из-за газовой шапки;
4. Изменения насыщенности из-за эксплуатации ниже давления насыщения или точки росы;
5. Расчлененность.

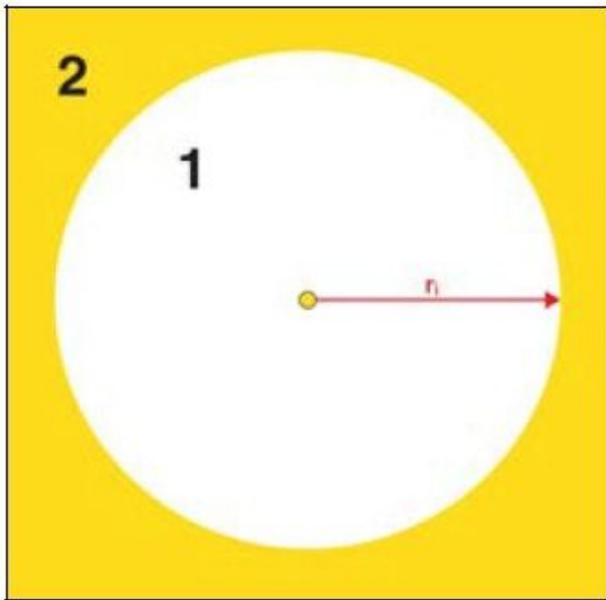


Рис. – Радиальный композитный коллектор

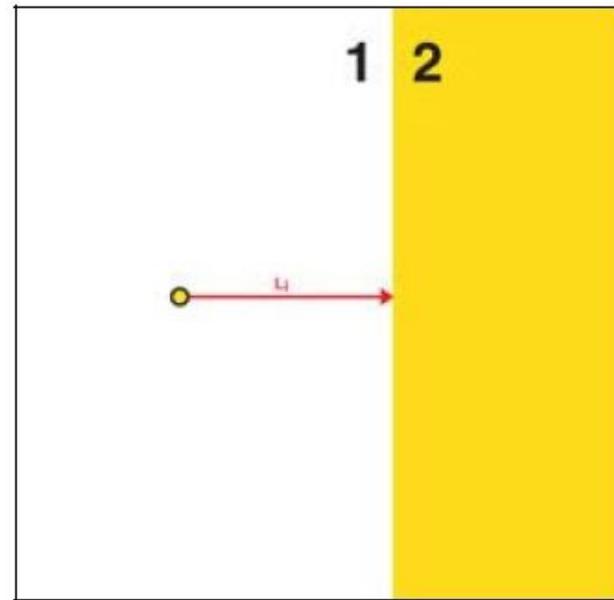


Рис. – Линейный композитный коллектор

Данные модели характеризуются двумя дополнительными параметрами:

Коэффициент гидропроводности: $M = \frac{(k/\mu)_1}{(k/\mu)_2}$

Коэффициент пьезопроводности: $D = \frac{(k/m\mu c_t)_1}{(k/m\mu c_t)_2}$

На рисунке показано трехмерное представление профиля давления для радиального составного и линейного составного коллектора. На границе раздела будет не целостность давления, а изменение градиента давления. Приток с обеих сторон одинаков, но из-за разницы в гидропроводности по закону Дарси получаются два разных градиента давления.

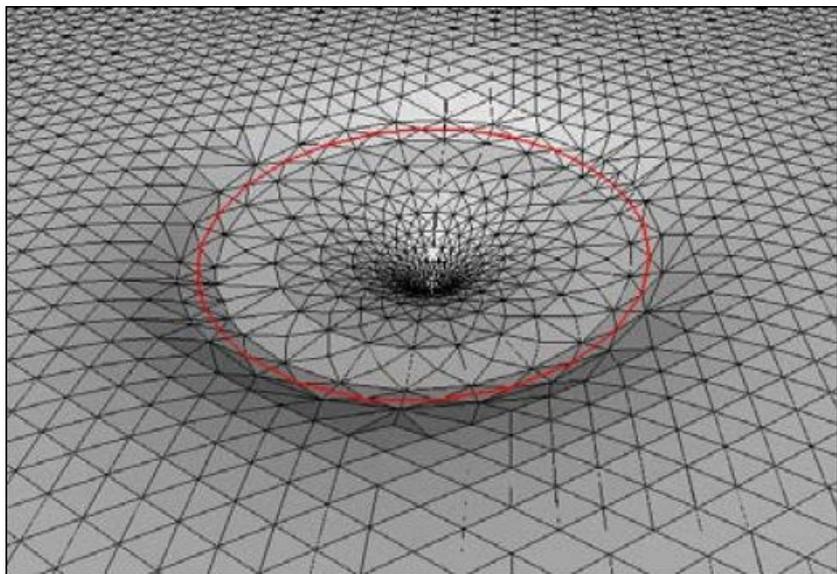


Рис. – Профиль радиального составного давления

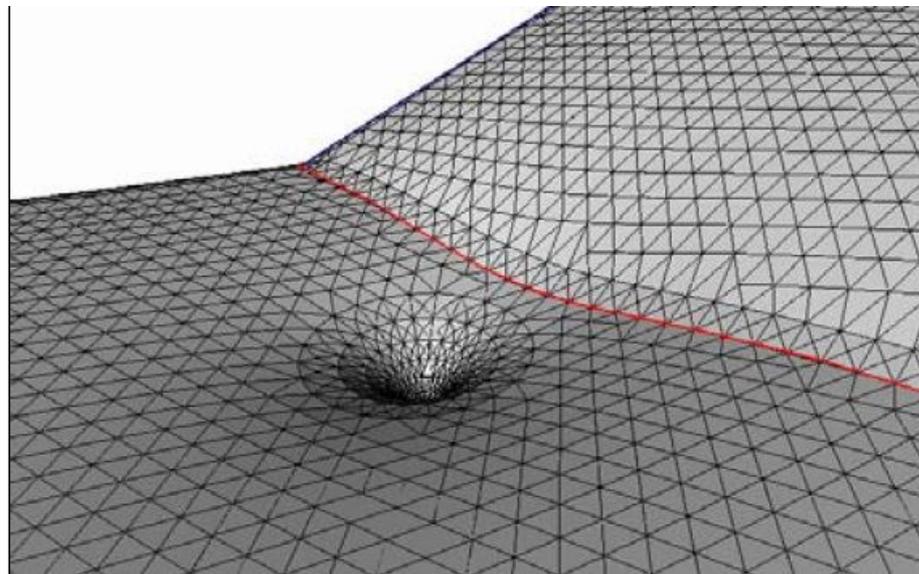
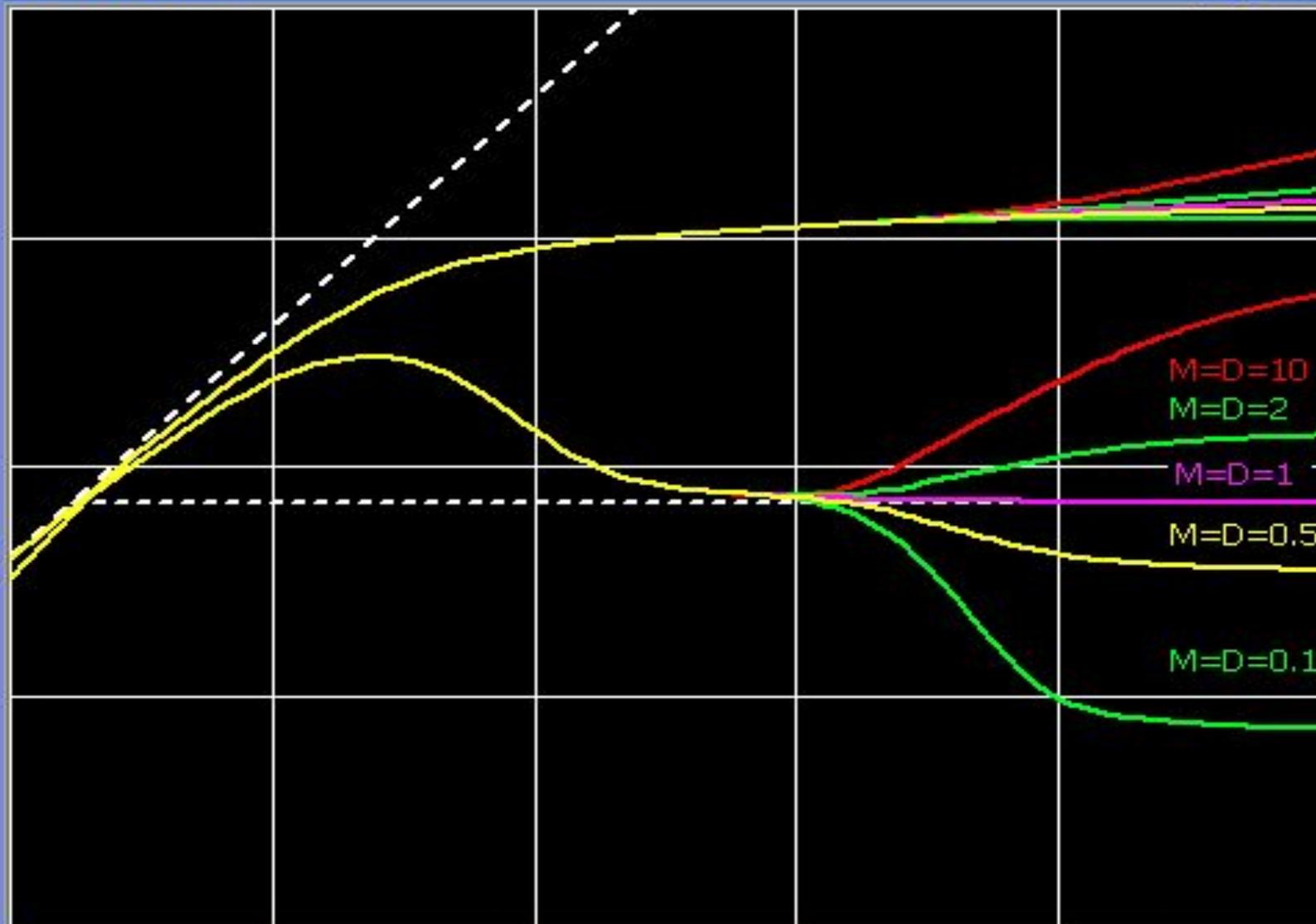


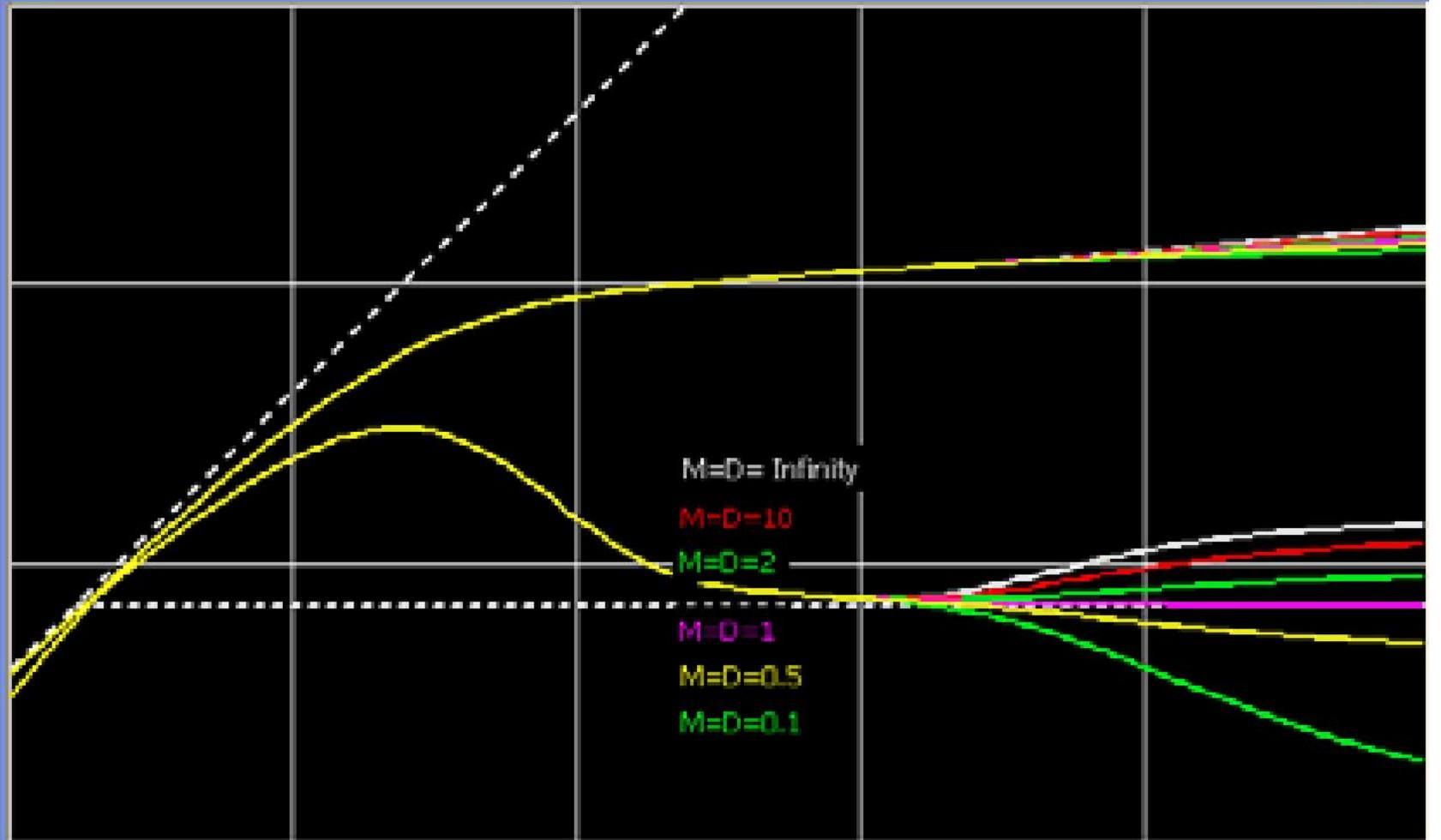
Рис. – Профиль линейного составного давления

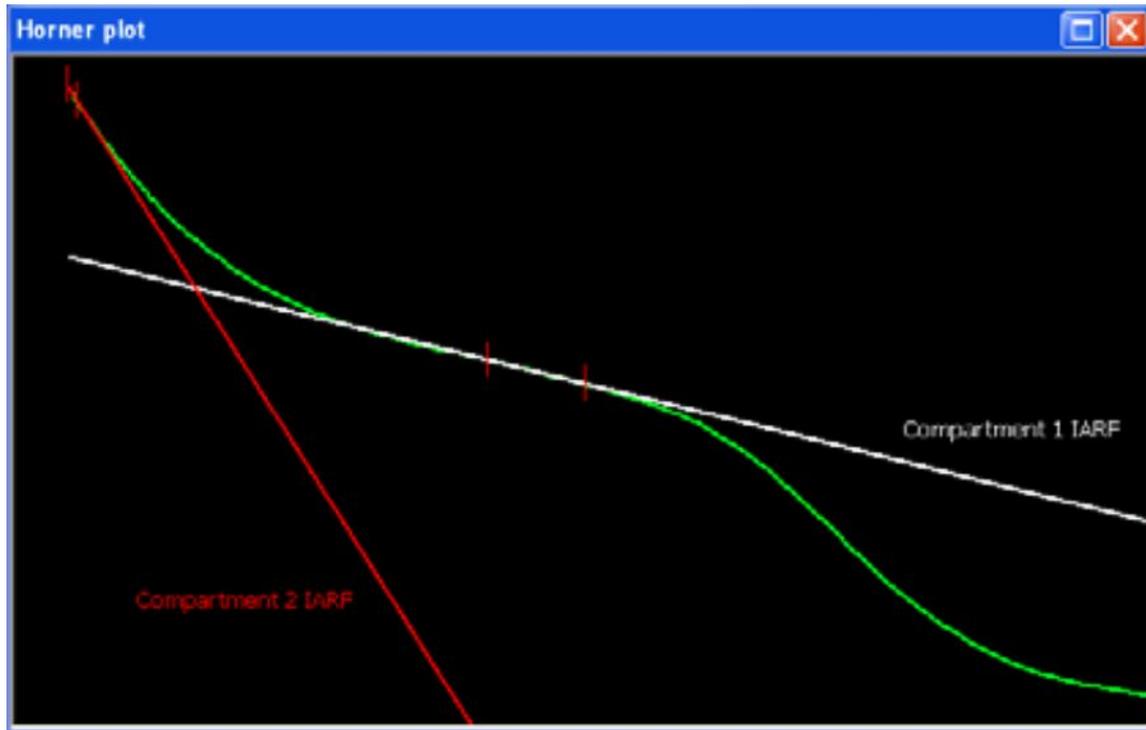
В случае радиального составного коллектора условная гидропроводность и пьезопроводность перемещаются от внутренних значений (первый отсек) к внешним (второй отсек). Для линейного составного коллектор после перехода условные гидропроводности и пьезопроводности будут средним значением первого и второго отсеков.

Log-Log plot

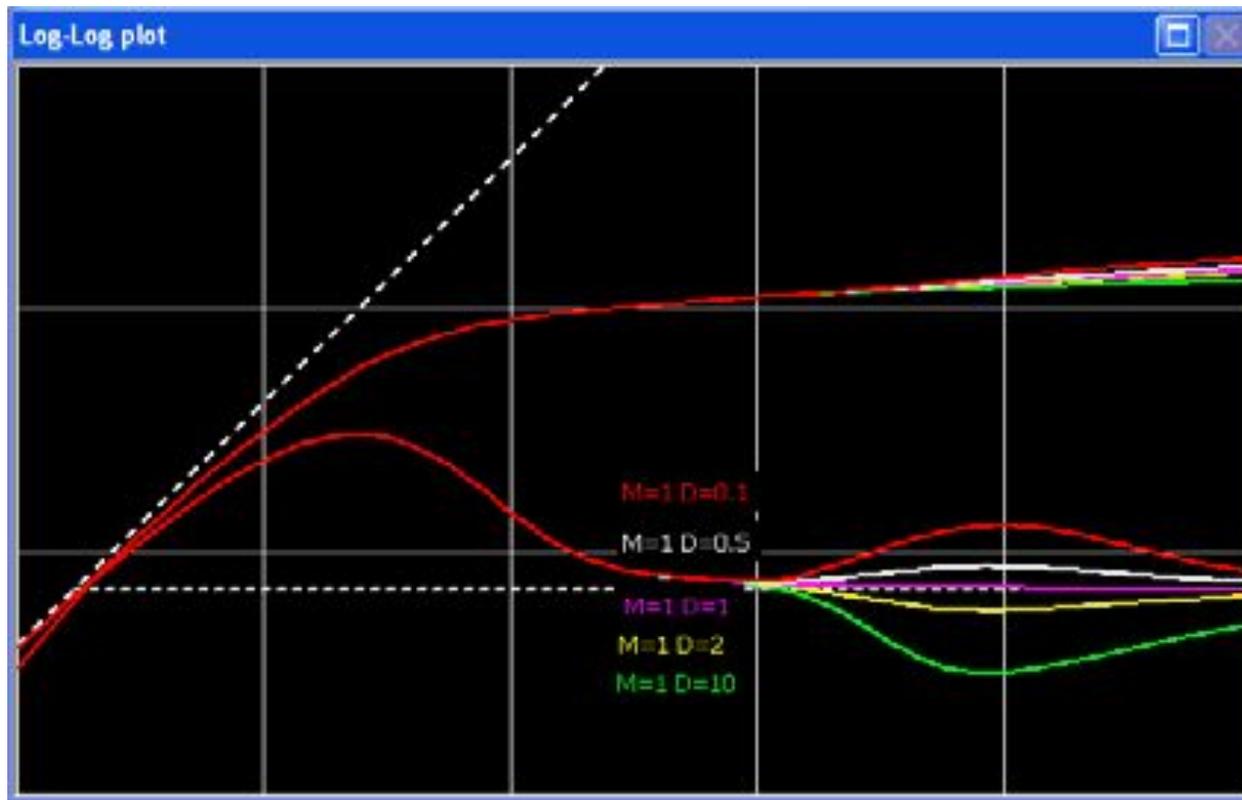


Log-Log plot



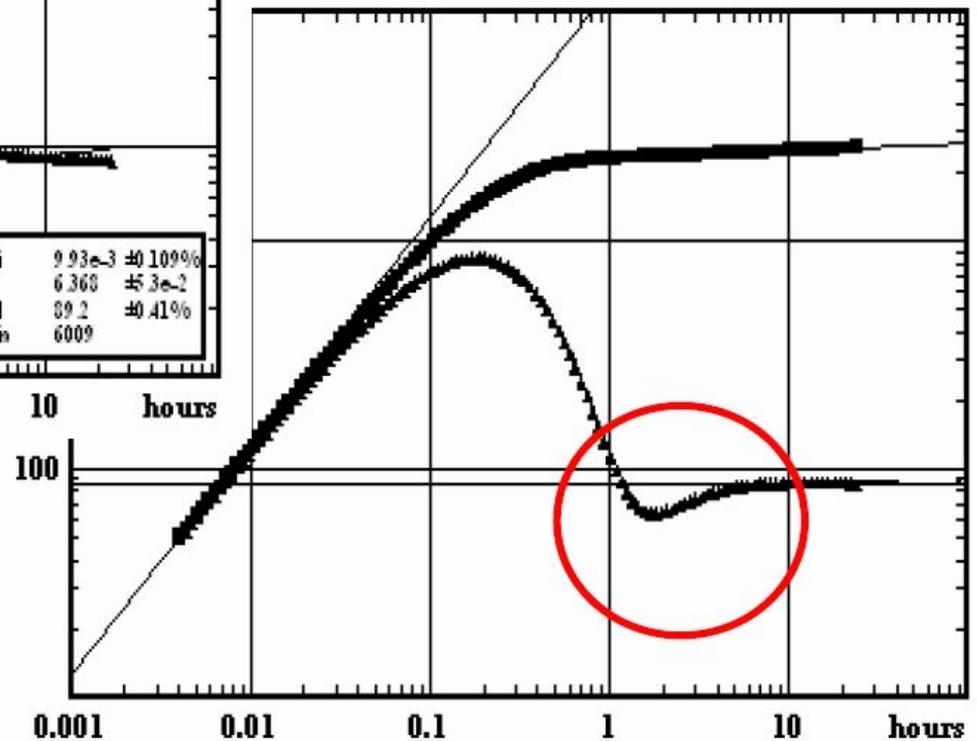
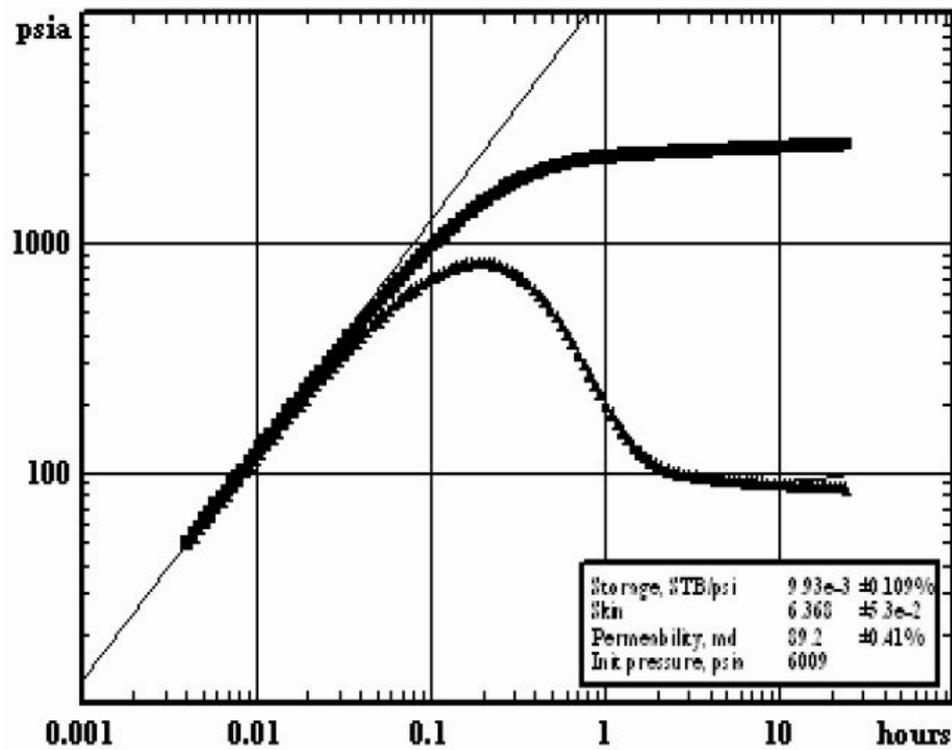


Полулогарифмический график будет выражать две линейные части, первая соответствует отсеку 1, вторая соответствует отсеку 2 (радиальная составная модель) или среднему значению двух отсеков (линейная составная). Соотношение уклонов даст M (радиальная) или $2M/(M+1)$ (линейная), а время пересечения двух отрезков даст расстояние до границы составной. Для кривых восстановления давления это отрезок второй прямой, который дает оценку начального пластового давления, в то время как скин-фактор задается анализом первой прямой.



На рисунке показан отклик для разных значений D . В зависимости от значения D , производная отклоняется вверх ($D < 1$) или вниз ($D > 1$). Отклик с горбом вниз в качественном отношении близок к поведению с двойной пористостью. Разность в форме обуславливается тем фактом, что это изменение в коэффициенте упругости происходит только во втором отсеке, в то время как в модели двойной пористости оно происходит везде.

Многопластовые системы



- В условиях пластов различной проницаемости и отсутствия перетоков между ними поведение производной давления будет соответствовать поведению в однородном пласте со средней проницаемостью взвешенной по толщине.

$$\bar{k} = \frac{k_1 h_1 + k_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

- На рис. показано поведение производной давления при исследовании однородного пласта и исследовании 2-х пластов одинаковой толщины, но проницаемость одного в 20 раз выше другого. Значительного различия поведения производной не наблюдается. Только в условиях значительного контраста фильтрационно-емкостных свойств (порядок кратности 100 – 1000) исследуемых пластов будет заметно отклонение производной вниз. Проницаемость, определенная из интерпретации 2-х пластового объекта равна средневзвешенной по толщине. Для определения проницаемости индивидуальных пластов необходимо знать избирательный дебит из каждого пласта.

Тема 2. Модели границ пласта

В самом начале исследования зона сжимаемости, созданная изменением дебита скважины, распространяется от скважины в пласт. До тех пор пока волна не достигла какой-нибудь границы, пласт ведет себя как бесконечный.

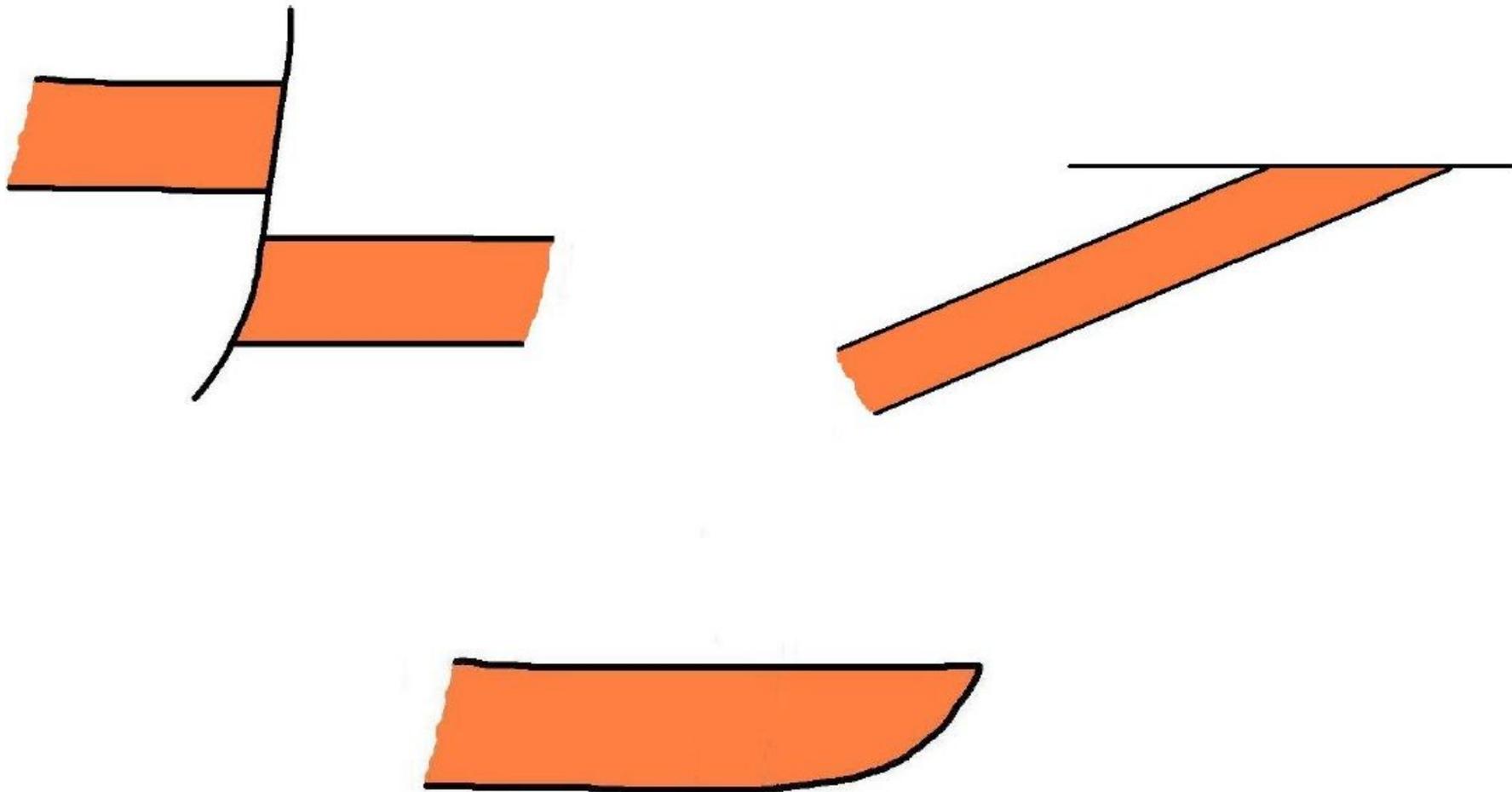
Когда зона сжимаемости достигает границы пласта, характер поведения забойного давления меняется.

Для различных границ пласта характерно свое поведение забойного давления.

Мы рассмотрим следующие модели границ пласта:

1. Единичный непроницаемый разлом;
2. Канал;
3. Две пересекающиеся линейные границы;
4. Граница постоянного давления;
5. Замкнутый пласт.

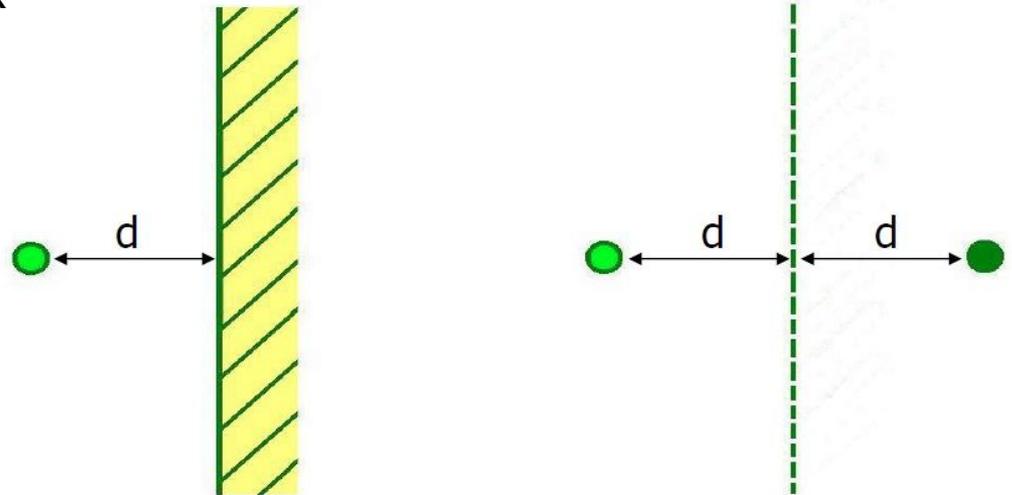
Единичный непроницаемый разлом



Метод зеркального отображения скважины

Математической модели единичного непроницаемого разлома может соответствовать несколько реальных ситуаций. Среди них:

- непроводящий сброс или взброс;
- литологическое замещение;
- несогласное залегание пород.

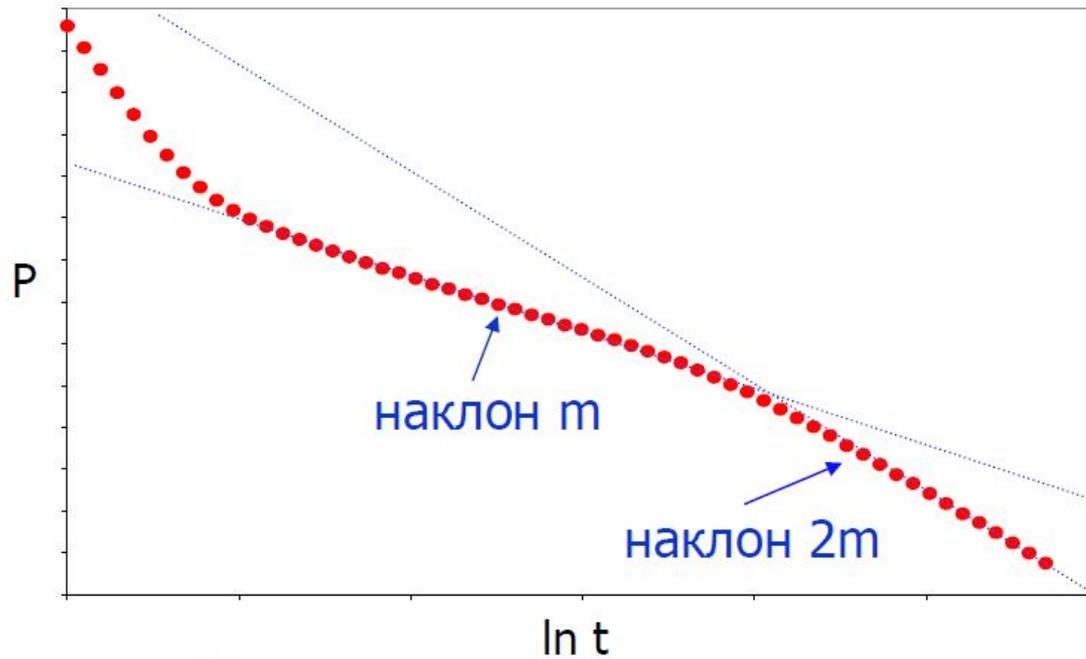


Падение давления в скважине, находящейся в пласте с линейной непроницаемой границей на расстоянии d от скважины (см. рисунок) может быть получено аналитически с помощью сложения:

- падения давления за счет работы исследуемой скважины, находящейся в неограниченном пласте;
- падения давления за счет фиктивной скважины, работающей с тем же дебитом, на расстоянии $2d$ от исследуемой скважины и симметрично расположенной по отношению к границе (см. рисунок).

Такой метод называется методом _____.

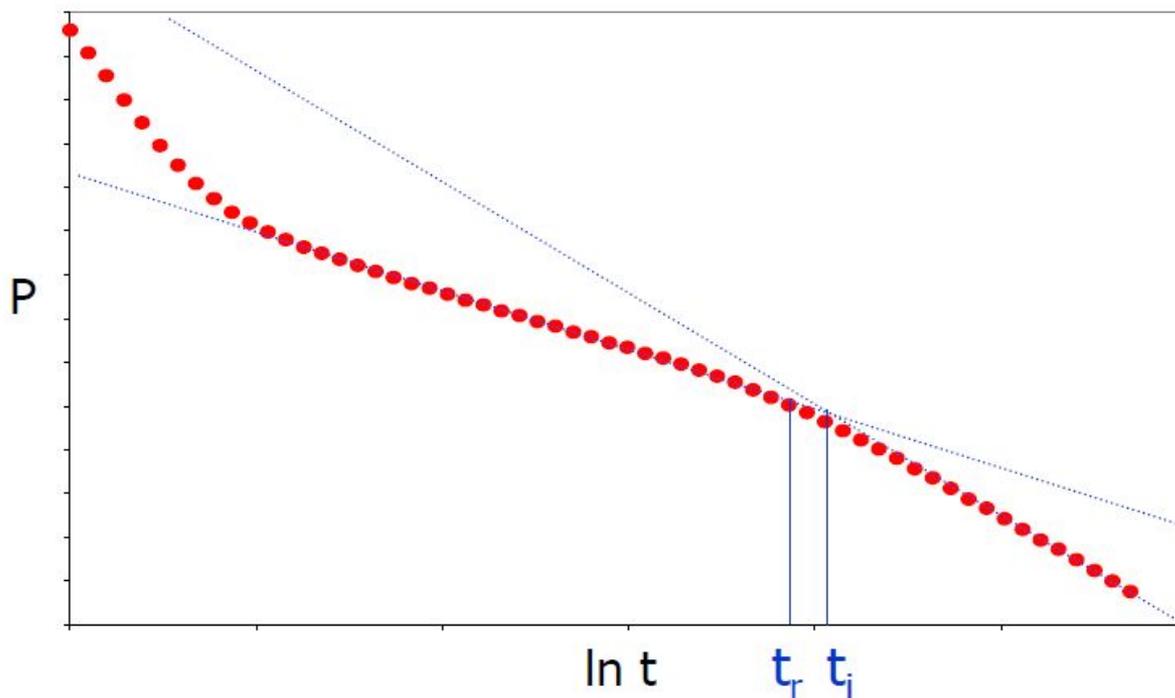
Традиционный метод анализа



$$P_D = \frac{1}{2} \left[\ln t_D + 0.81 + 2S - E_i \left(-\frac{(2r_D)^2}{4t_D} \right) \right]$$

$$P_D = \frac{1}{2} [\ln t_D + 0.81 + 2S]$$

$$P_D = [\ln t_D + 0.81 + S - \ln(2r_D)]$$



Расстояние до границы

$$d = 0.014 \sqrt{\frac{kt_i}{\phi\mu c_t}}$$

$$d = 0.037 \sqrt{\frac{kt_r}{\phi\mu c_t}}$$

Производная

