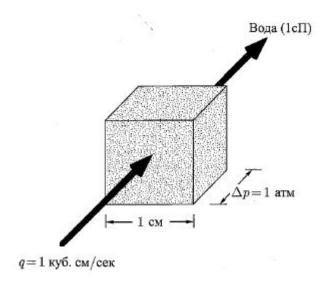
Закон Дарси. Вывод формулы Дюпюи



# Введение

Проницаемость – это способность пористого материала пропускать флюиды через связанные поры породы



1 Д = 
$$1 \times 10^{-8}$$
 см<sup>2</sup>

# Закон Дарси

Линейная форма закона Дарси выглядит следующим образом:

$$\frac{q}{A} = -\frac{k}{\mu} \frac{dp}{dx},$$

где q – объемная скорость потока, см<sup>3</sup>/сек;

A — площадь поперечного сечения (перпендикулярно потоку), см<sup>2</sup>;

 $\mu$  – вязкость флюида, сП;

 $^{dp}/_{dx}$  - перепад давления на единицу длины (градиент), атм/см;

k – проницаемость, Д

Градиент давления отрицателен, если движение флюида происходит в положительном хнаправлении

# Закон Дарси

Допустим, что скорость потока, площадь поперечного сечения, вязкость и проницаемость являются постоянными:

$$\frac{q}{A} = \frac{k}{\mu} \frac{\Delta p}{\Delta x},$$

где 
$$\Delta p = p_2 - p_1$$
,  $\Delta x = x_2 - x_1$ 

Это уравнение регулярно используется при экспериментальных вычислениях k в контрольных исследованиях при идеальных условиях

Интегральные формы закона Дарси можно использовать для описания систем с неоднородной проницаемостью.

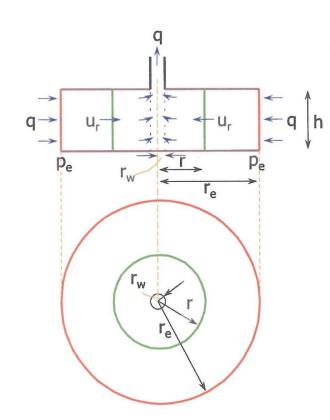
Например, закон дарси может быть адаптирован к случаям, когда проницаемость изменяется поперечно или в направлении движения флюидов (также к системе из серии последовательных пропластков или параллельных слоев)

# Закон Дарси

Закон Дарси используется для определения проницаемости k, которая остается постоянной при условии:

- Линейно-ламинарного и однофазного (насыщенность 100%) течения;
- Отсутствия химического взаимодействия между породой и пластовым флюидом;
- Несжимаемая жидкость

# Формула Дюпюи



Коллектор: круговой однородный пласт, толщиной *h* и проницаемостью k, ограниченный сверху и снизу горизонтальными непроницаемыми барьерами

 $P_e$  - давление на границе пласта (на расстоянии  $r_e$  от скважины)

 $P_{w}$  - забойное давление

Поровый объем заполнен нефтью (вязкость  $\mu$ ), за исключением того объема, который занимает связанная вода

Давление в пласте выше давления насыщения – нет свободной газовой фазы

Скважина проперфорирована на весь продуктивный интервал h и пущена в эксплуатацию с постоянным дебитом q (в пластовых условиях) – возникает горизонтальный радиальный приток, направленный к скважине

# Формула Дюпюи

$$P_e - P_w = 18.41 \frac{q\mu}{kh} \ln \frac{r_e}{r_w}$$

где  $P_e$  - давление на границе пласта (на расстоянии  $r_e$  от скважины) или на границе зоны дренирования скважины, атм;

 $P_{w}$  - забойное давление в скважине, атм;

q — дебит скважины в пластовых условиях, м $^3$ /сут;

 $\mu$  – вязкость, сПз;

k – проницаемость, мД;

h - продуктивная толщина пласта, м;

 $r_w$  - радиус скважины, м;

 $r_e$  - расстояние от скважины до границы пласта или до границы зоны дренирования скважины, м

# Упражнения

#### 1.3.1 Упражнение 1

Через два однородных образца пористой среды, содержащих глинистые частицы, с целью определения проницаемости k пропускали:

- пресную воду при  $t=20^{\circ}\mathrm{C}$  (вязкость  $\mu=1$  спз) при перепаде давления  $\Delta P=0.68$  атм с расходом  $Q=2.88\times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/сут,
- соленую воду с вязкостью  $\mu=1.1$  спз при той же разности давления, что и в первом случае и с расходом  $Q=10.468\times 10^{-3}~{\rm m}^3/{\rm cyr}$ .

Размеры образцов: длина L=0.05 м, площадь поперечного сечения  $A=5\times 10^{-4}$  м². Найти значения коэффициентов проницаемости для первого и второго случаев.

# Упражнения

#### Упражнение 2 1.3.2

Определить давление на расстоянии 10 и 100 м от скважины при плоско-радиальном установившемся движении несжимаемой жидкости по линейному закону фильтрации, считая, что проницаемость пласта k=0.5 Дарси, мощность пласта h=10 м, давление на забое скважины  $P_w=80$  атм, радиус скважины  $r_w=12.4$  см, коэффициент вязкости нефти  $\mu_o=4$  спз, объемный дебит скважины в пластовых условиях q=230 м $^3/{\rm сут}$ .