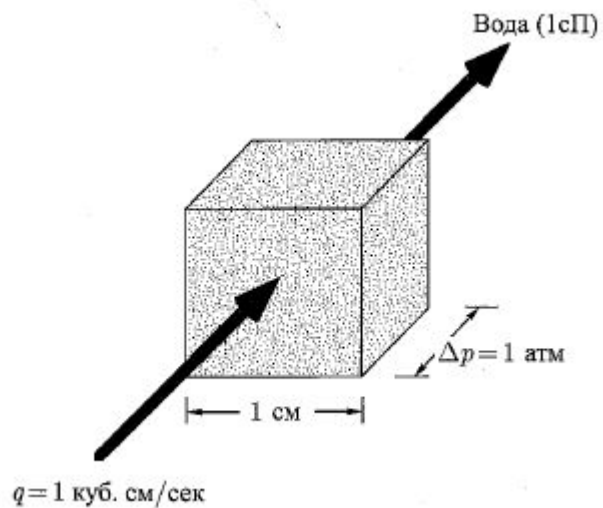


Закон Дарси. Вывод формулы Дюпюи

Введение

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



$$1 \text{ Д} = 1 \times 10^{-8} \text{ см}^2$$

Закон Дарси

Линейная форма закона Дарси выглядит следующим образом:

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

где q – объемная скорость потока, см³/сек;

A – площадь поперечного сечения (перпендикулярно потоку), см²;

μ – 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 x -направлении

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.

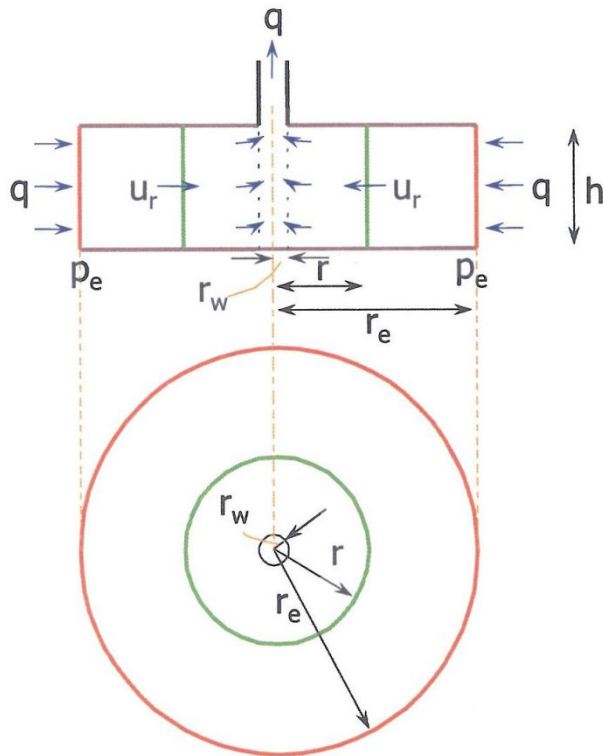
Например, закон Дарси может быть адаптирован к случаям, когда проницаемость изменяется поперечно или в направлении движения флюидов (также к системе из серии последовательных пропластков или параллельных слоев)

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 μ), 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, м³/сут;

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

Размеры образцов: длина $L = 0.05$ м, площадь поперечного сечения $A = 5 \times 10^{-4} \text{ м}^2$.
Найти значения коэффициентов проницаемости для первого и второго случаев.

Упражнения

1.3.2 Упражнение 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 $q = 230$ м³/сут.