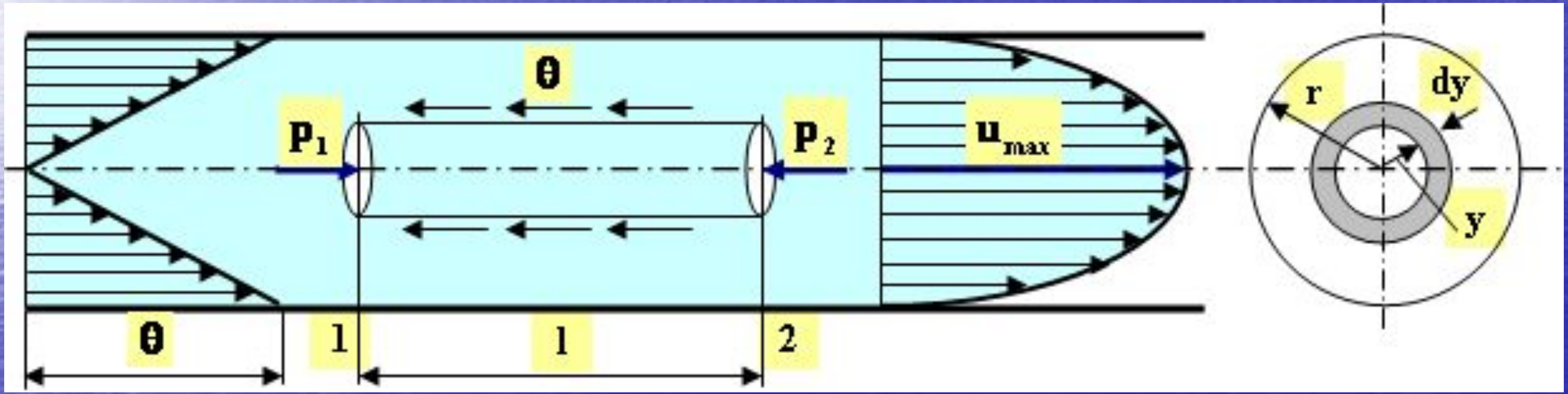
ЛЕКЦИЯ №6

ЛАМИНАРНОЕ, РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Основное уравнение равномерного движения жидкости.
2. Ламинарное, равномерное движение жидкости в трубах. Распределение скоростей по сечению круглой трубы.
3. Потери напора на трение по длине круглой трубы (формула Пуазейля).

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ



ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Основное уравнение равномерного движения

$$(p_1 - p_2)\pi y^2 - 2\pi y l \theta = 0$$

$$p_1 - p_2 = \Delta p_l = \rho g h_l$$

$$\theta = \Delta p_l y/(2l) = \rho g I R$$

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Распределение скоростей по сечению круглой трубы

$$\rho g I(y/2) = -\mu(du/dy)$$

$$du = -(\rho g I/2\mu) \cdot y dy$$

$$u = -(\rho g I/4\mu) \cdot y^2 + c$$

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Распределение скоростей по сечению круглой трубы

$y = r$ $u = 0$

Формула Стокса

$$u = (\rho g I / 4\mu) \cdot (r^2 - y^2)$$

Скорости распределены в сечении потока по параболическому закону

$$u_{max} = (\rho g I / 4\mu) \cdot r^2 = (\rho g I / 16\mu) \cdot d^2$$

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение расхода по сечению круглой трубы

$$dV_c = u\,df$$

$$dV_c = \rho g I (r^2 - y^2) 2\pi y\,dy / 4\mu$$

$$V_c = (\rho g I \pi / 2\mu) \int_0^r (r^2 - y^2) y\,dy$$

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение расхода по сечению круглой трубы

$$V_c = (\rho g I \pi / 8\mu) \cdot r^4 = (\rho g I \pi / 128\mu) \cdot d^4$$

$$w = 4V_c / \pi d^2 = (\rho g I / 32\mu) \cdot d^2$$

Средняя скорость ламинарного потока равна половине максимальной скорости

$$w = 0{,}5u_{max}$$

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение потерь напора. Формула Пуазейля

$$w = (\rho g I / 32\mu) \cdot d^2 = (g h_l / 32\nu l) \cdot d^2$$

$$h_l = 32\nu l \cdot w / (g d^2)$$

Потеря напора на трение пропорциональна скорости в первой степени

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение потерь напора.
Формула Пуазейля

$$h_l = (64/Re)\cdot(l/d)\cdot(w^2/2g)$$

$$\lambda = 64/Re$$

$$\alpha = \frac{1}{w^2F}\int_F w^3 df$$

$$\alpha = 2$$