



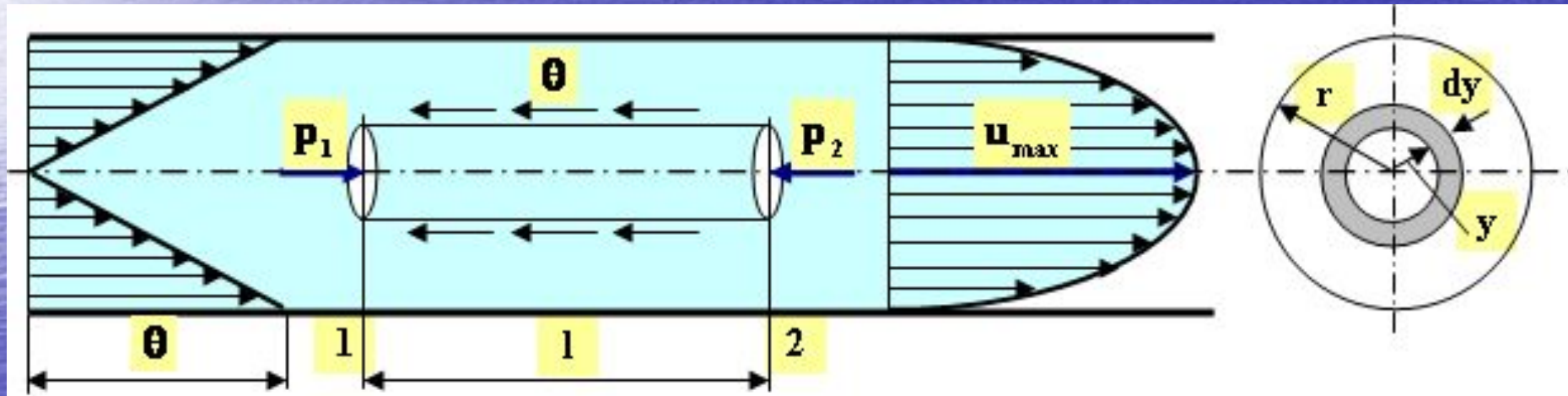
ЛЕКЦИЯ №6

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

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

$$p_1 - p_2 = \Delta p_1 = \rho g h_1$$

$$\theta = \Delta p_1 y / (2l) = \rho g l R$$

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

$$y = r \quad u = 0$$

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

$$dV_c = udf$$

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

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

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение расхода
по сечению круглой трубы

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

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

Средняя скорость ламинарного потока
равна половине максимальной скорости

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

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение потерь напора.
Формула Пуазейля

$$w = (\rho g l / 32 \mu) \cdot d^2 = (g h_1 / 32 \nu l) \cdot d^2$$

$$h_1 = 32 \nu l \cdot w / (g d^2)$$

Потеря напора на трение
пропорциональна скорости в первой
степени

ЛАМИНАРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ В ТРУБАХ

Определение потерь напора.
Формула Пуазейля

$$h_1 = (64/\text{Re}) \cdot (1/d) \cdot (w^2 / 2g)$$

$$\lambda = 64/\text{Re}$$

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

$$\alpha = 2$$