

Механика жидкостей и газов

- Давление в жидкости и газе
- Уравнение неразрывности
- Уравнение Бернулли
- Вязкость
- Движение тел в жидкостях и газах
- Лобовое сопротивление и подъемная сила

Давление в жидкости и газе

- **Несжимаемая жидкость** – это жидкость, плотность которой всюду одинакова и не меняется со временем.
- Физическая величина, численно равная нормальной силе, действующей со стороны жидкости на единичную площадку, называется **давлением** жидкости

$$p = \frac{\Delta F}{\Delta S}$$

Законы Паскаля и Архимеда

- ▣ **Закон Паскаля:** давление в любом месте покоящейся жидкости одинаково по всем направлениям, причем давление одинаково передается по всему объему, занятому покоящейся жидкостью.
- ▣ **Закон Архимеда:** на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила, направленная вверх и равная весу жидкости (газа), вытесненной телом.

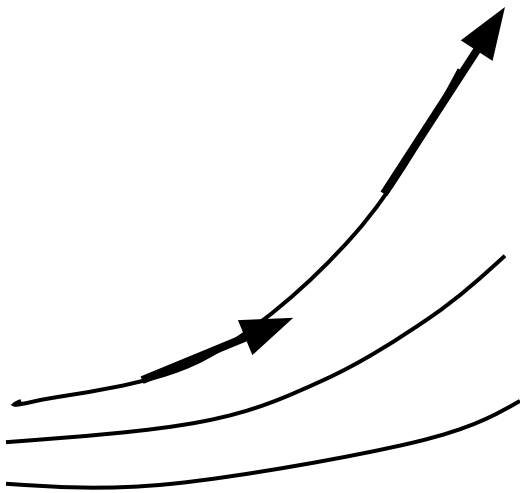
$$F_A = \rho_{ж} g V$$

Основные понятия гидродинамики

- **Течением** жидкости называется ее движение
- **Поток** жидкости – совокупность частиц движущейся жидкости
- **Стационарное (установившееся) течение** - движение жидкости, при котором скорость каждой точки пространства, занимаемого жидкостью, остается величиной постоянной

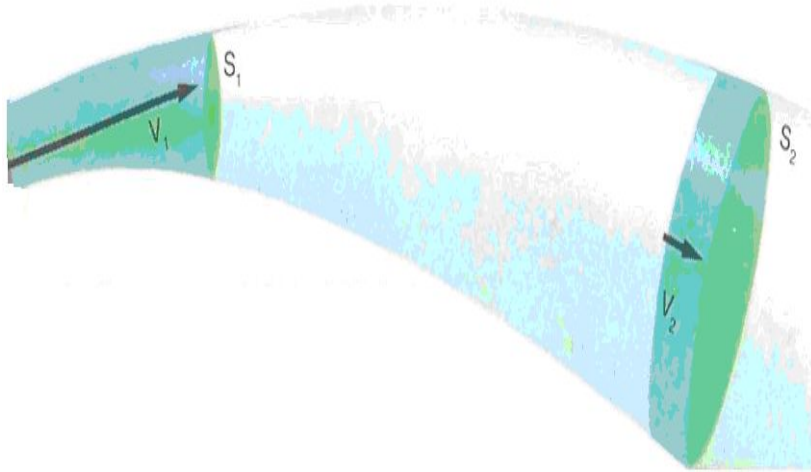
Линия тока и трубка тока

- **Линия тока** - это линия, касательная к которой в каждой точке жидкости совпадает с вектором скорости жидкости в данной точке пространства
- **Трубка тока** - часть жидкости, ограниченная совокупностью линий тока



Течение называется **стационарным**, если форма и расположение линий тока, а также значение скоростей в любой ее точке со временем не изменяется

Уравнение неразрывности



$$\rho S v = \text{const}$$

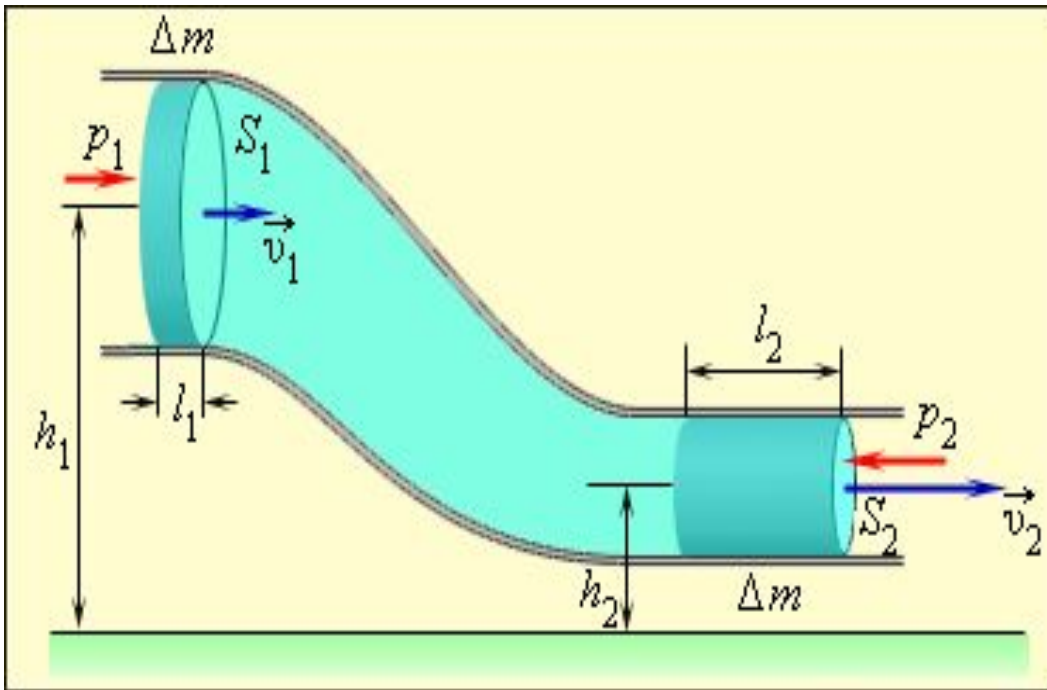
За бесконечно малый промежуток времени через соответствующее сечение пройдет масса жидкости

$$dm_1 = \rho_1 dV_1 = \rho_1 S_1 dl_1 = \rho_1 S_1 v_1 dt$$

$$dm_2 = \rho_2 dV_2 = \rho_2 S_2 dl_2 = \rho_2 S_2 v_2 dt$$

Для любого сечения идеальной жидкости произведение плотности жидкости, на ее скорость при стационарном движении и на площадь данного сечения есть величина постоянная для трубки тока

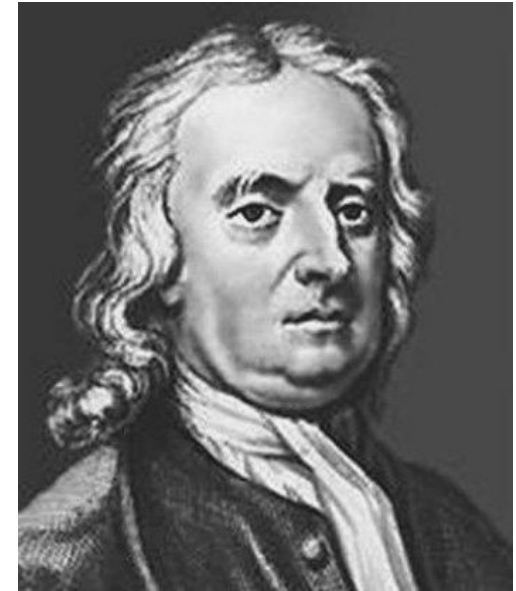
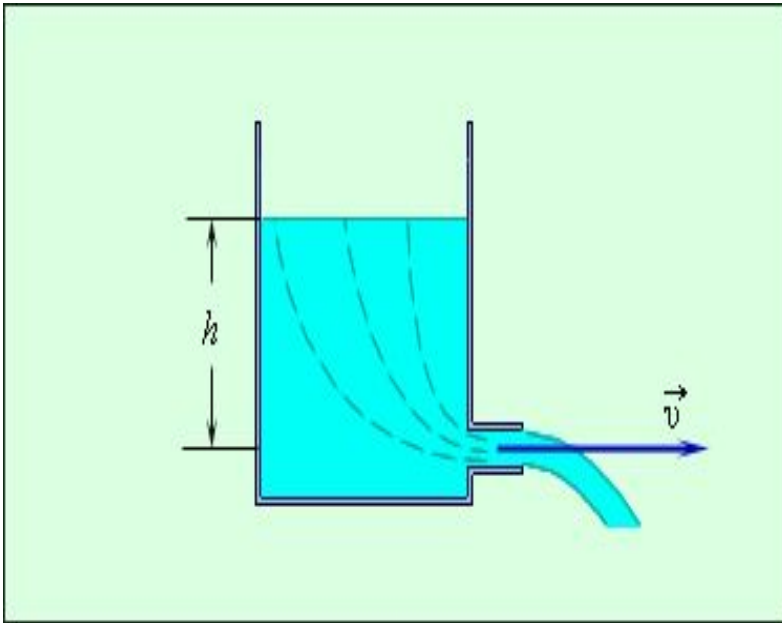
Уравнение Бернулли



Сумма **статического, динамического и гидростатического** давлений остается величиной постоянной в любом сечении идеальной несжимаемой жидкости при ее стационарном течении

$$\frac{\rho v^2}{2} + \rho g h + p = const$$

Формула Торричелли

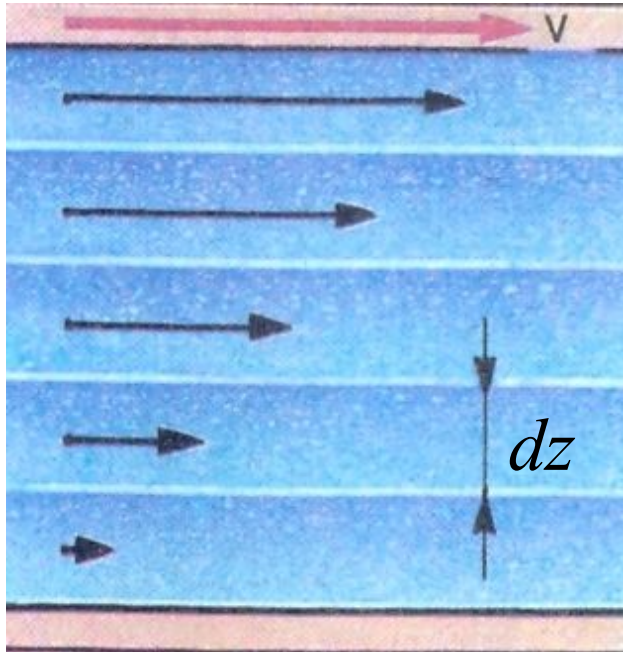


Э.Торричелли
1608-1647

$$v = \sqrt{2gh}$$

- скорость истечения
жидкости из отверстия

Внутреннее (вязкое) трение



$$F = \eta S \frac{dv}{dz}$$

→ формула
Ньютона

$\frac{dv}{dz}$ – градиент скорости –
величина, характеризующая
изменение скорости слоев при
изменении координаты на
единицу

η – коэффициент вязкости, зависящий от рода
жидкости и температуры

Течение жидкости

ламинарное

$$Re < 1000$$

течение, при котором
слои жидкости скользят
друг относительно
друга, не
перемешиваясь

$$Re = \frac{\rho v D}{\eta}$$

число Рейнольдса

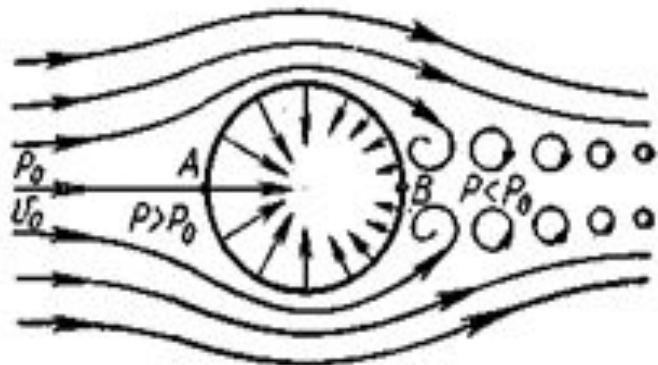
турбулентное

$$Re \sim 2300$$

течение, при
котором возникает
перемешивание
слоев жидкости

ρ -плотность, v -средняя по
сечению скорость,
 D -характерный линейный
размер, η -вязкость

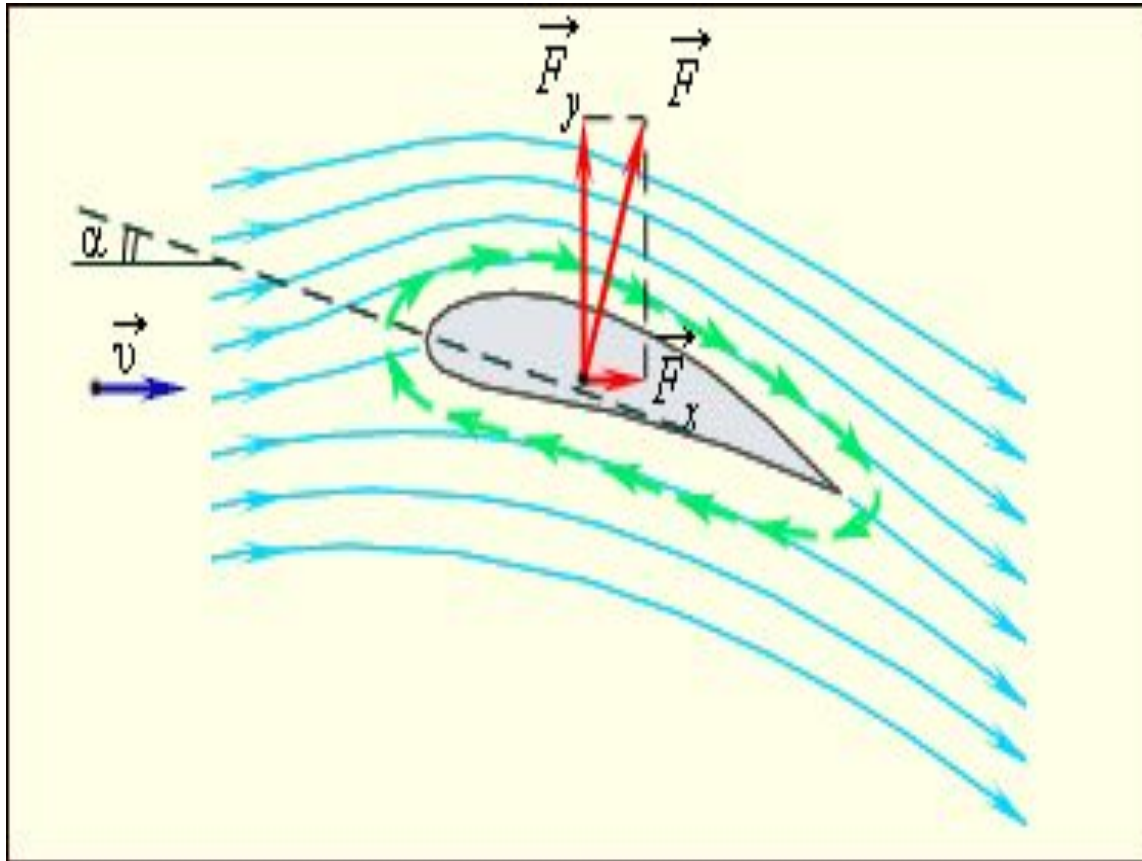
Движение тела в жидкости(газах)



Разность давлений вдоль потока создает силу сопротивления давления или **силу лобового сопротивления**

Сопротивление трения возникает при ламинарном обтекании тела вязкой жидкостью

Подъемная сила



Подъемная сила – вертикальная составляющая силы, действующей на тело со стороны потока.

$$F_y = C_y \frac{\rho v^2}{2} S$$

ρ – плотность среды,
 v – скорость движения тела, S – наибольшее поперечное сечение тела,

C_y – безразмерный коэффициент подъемной силы