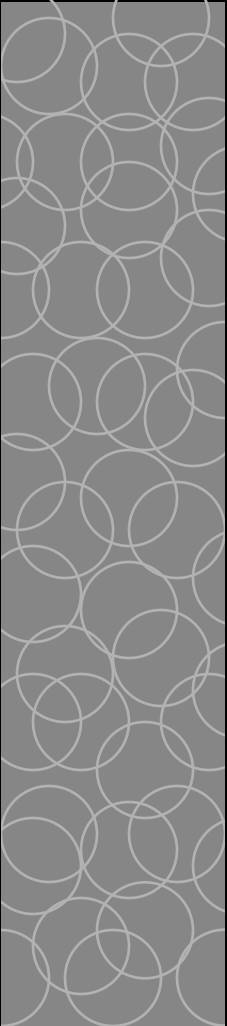




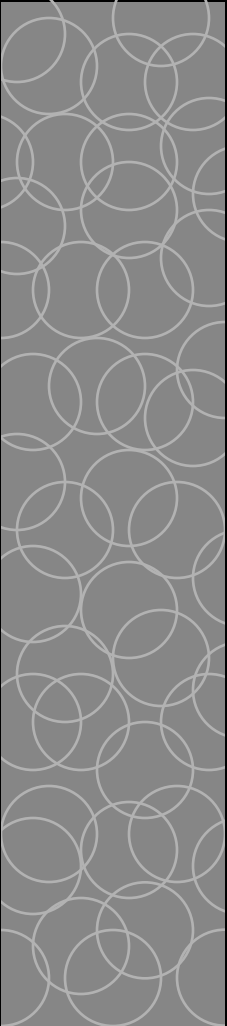
Принцип Бернулли. Закон Бернулли"



До сих пор мы рассматривали движение твердых тел. Знание законов сохранения дает нам возможность познакомиться с основными закономерностями движения жидкостей и газов, которое очень распространено в природе и технике



Примеры движения жидкостей и газов

- 
- ◆ Двигается воздух в земной атмосфере;
 - ◆ Двигается вода в океанах и морях, озерах, реках;
 - ◆ Двигается кровь в кровеносных сосудах;
 - ◆ Двигаются питательные соки в капиллярах растений;
 - ◆ Двигаются вода, нефть, газ в трубопроводах.

Суд визиря

Пленника бросили посреди небольшой круглой комнаты. Здесь вершил суд сам великий визирь. Сухо прошелестел его голос:

Аллах дарует тебе жизнь, - визирь увидел, как вздохнул пленник, - если отгадаешь великую загадку древних. – Он показал на плоскую чашу, подвешенную на цепях. – Стоит открыть отверстие в дне чаши, и из нее потечет вода. Каждый миг вытекает одно и то же количество воды. Отчего же сужается струйка, удаляясь от чаши? Твое время – пока течет вода. С последней каплей падет и твоя голова.

Как быстро течет вода! Стража уже обнажила острые изогнутые сабли. Трудно решать на волоске от гибели. Но голос пленника не дрогнул. Он успел назвать причину сужения струи.

Что ответил пленник?

Анализ ситуации:

А если падает не вода, а твердый предмет? Что происходит с его скоростью при приближении к земле?

-Чем ближе к земле, тем быстрее движутся частицы струи. Из-за этого струя становится тоньше.

*- Мы приходим к одному из принципов **гидродинамики** – науки изучающей движение жидкостей и их воздействие на обтекаемые ими твердые тела.*

-Принципу неразрывности: $v \cdot S = \text{const}$.

-Здесь v – скорость жидкости, S – площадь сечения трубы, по которой течет жидкость.

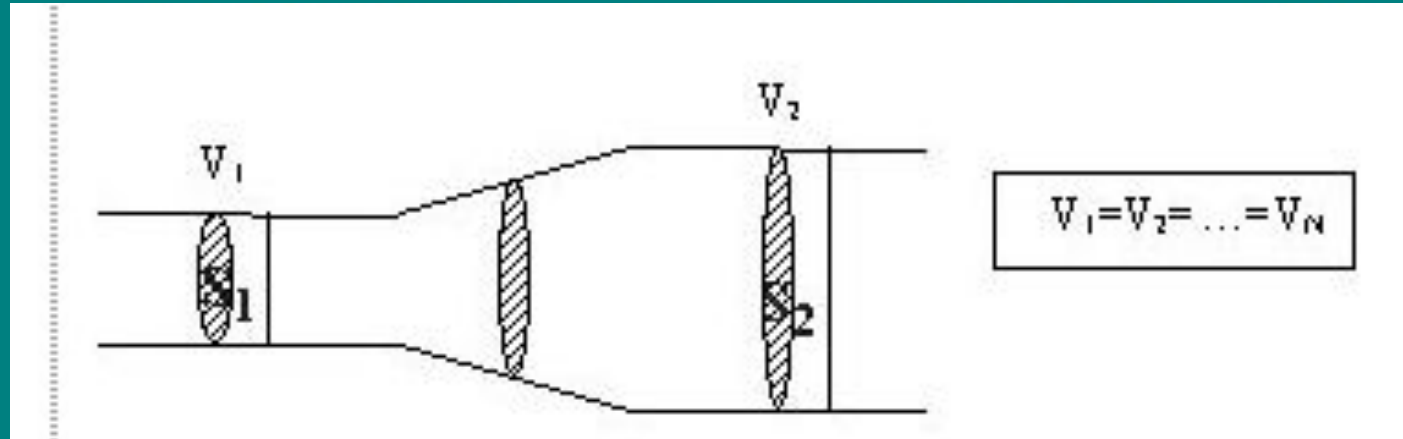
-Сформулировать этот принцип можно и так: сколько вливается жидкости в емкость, столько должно и выливаться, если условия течения не изменяются.

-Скорость в узких участках трубы должна быть выше, чем в широких.

-Принцип неразрывности является случаем применения закона сохранения массы.

Запись в виде формул:

Пусть жидкость течет без трения по трубе переменного сечения:



Иначе говоря, через все сечения трубы проходят одинаковые объемы жидкости, иначе жидкости пришлось бы либо разорваться где-нибудь, либо сжаться, что невозможно. За время t через сечение S_1 пройдет

объем $V_1 = S_1 \cdot l_1 = S_1 \cdot v_1 \cdot t$

А через сечение $V_2 = S_2 \cdot l_2 = S_2 \cdot v_2 \cdot t$

Здесь S_1 и S_2 - площади поперечного сечения трубы

l_1 и l_2 - расстояние которое прошла жидкость за время t

Выводы:

- Но так как эти объемы равны, то
- Скорость течения жидкости в трубе переменного сечения обратно пропорциональна площади поперечного сечения.
- Если площадь поперечного сечения увеличилась в 4 раза, то скорость уменьшилась во столько же раз и наоборот,
- во сколько раз уменьшилось сечение трубы, во столько же раз увеличилась скорость течения жидкости или газа.
- Где наблюдается такое явление изменения скорости? Например, на реке, впадающей в море, наблюдается уменьшение скорости, вода из ванны - скорость увеличивается, мы наблюдаем турбулентное течение воды. Если скорость невелика, то жидкость течет как бы разделенная на слои (“ламиния” – слой). Течение называется ламинарным

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{v_2}{v_1}$$

Выводы:

- В широкой части трубы скорость меньше, чем в узкой части во столько раз, во сколько раз площадь поперечного сечения 1 больше 2.

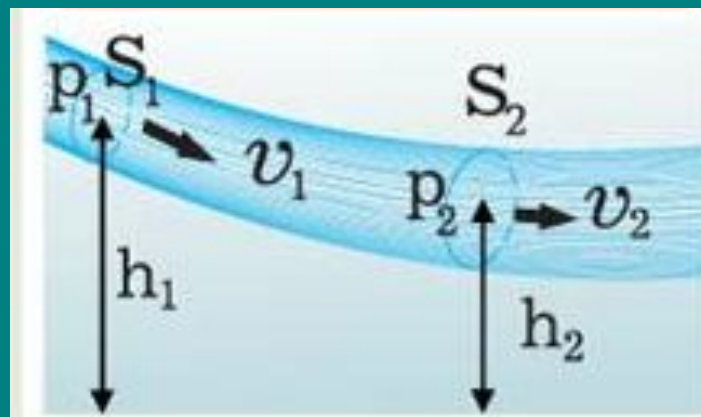


- Итак, выяснили, что при течении жидкости из узкой части в широкую или наоборот, скорость изменяется, следовательно, жидкость движется с ускорением. А что является причиной возникновения ускорения?
(Сила (второй закон Ньютона)).
- Какая же сила сообщает жидкости ускорение? Этой силой может быть только разность сил давления жидкости в широкой и узкой частях трубы.
- К этому выводу впервые пришел академик Петербургской академии наук Даниил Бернулли в 1726 году и закон теперь носит его имя.

Закон Бернулли

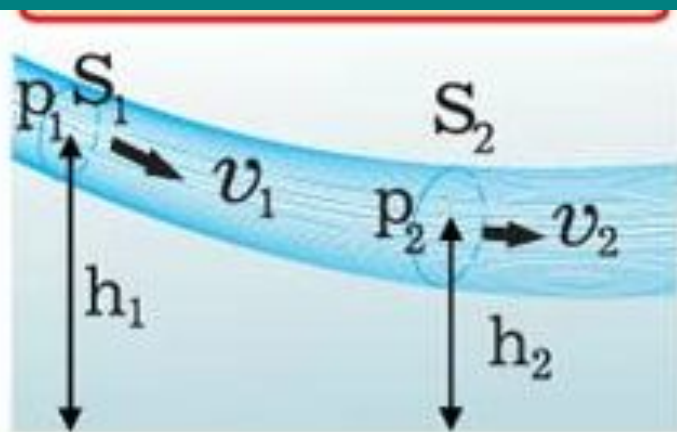


$$\rho \frac{v^2}{2} + \rho g h + p = \text{const}$$



Закон Бернулли

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



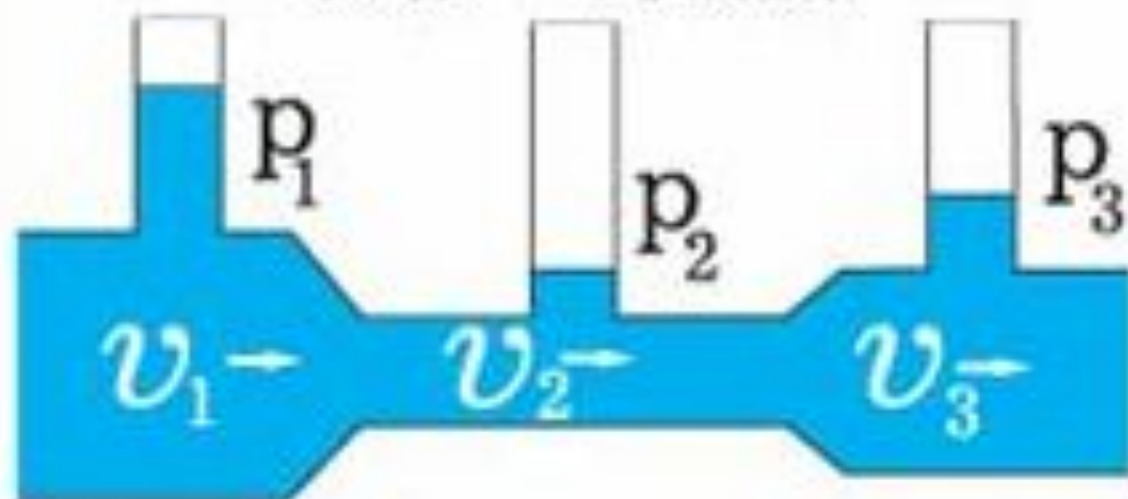
Где P - давление жидкости;

$\frac{\rho v^2}{2}$ - кинетическая энергия единицы объема жидкости;

$\rho g h$ - потенциальная энергия единицы объема жидкости.

УРАВНЕНИЕ
НЕРАЗРЫВНОСТИ СТРУИ

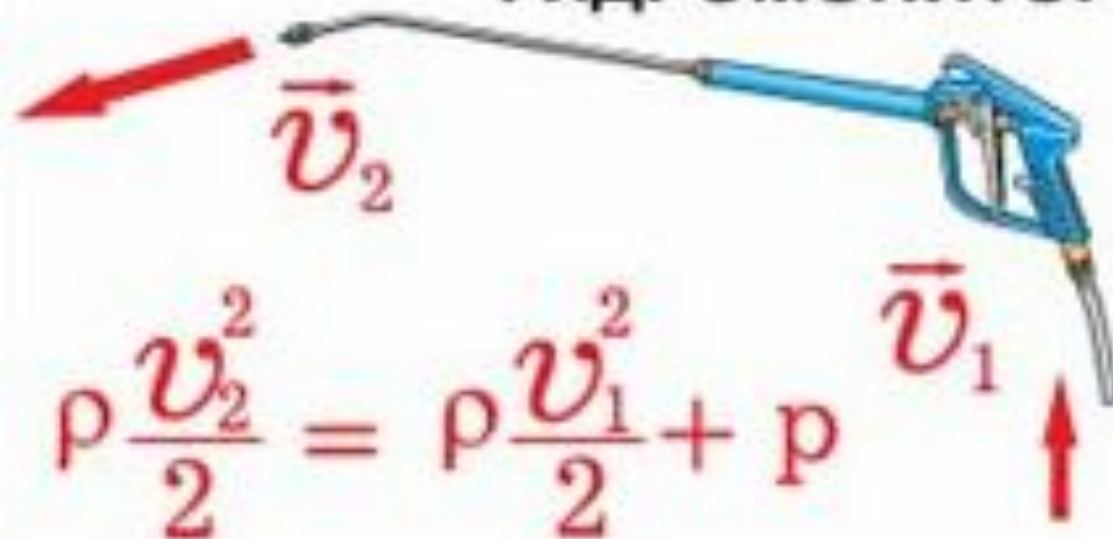
$$v S = \text{const}$$



$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = v_3 S_3$$

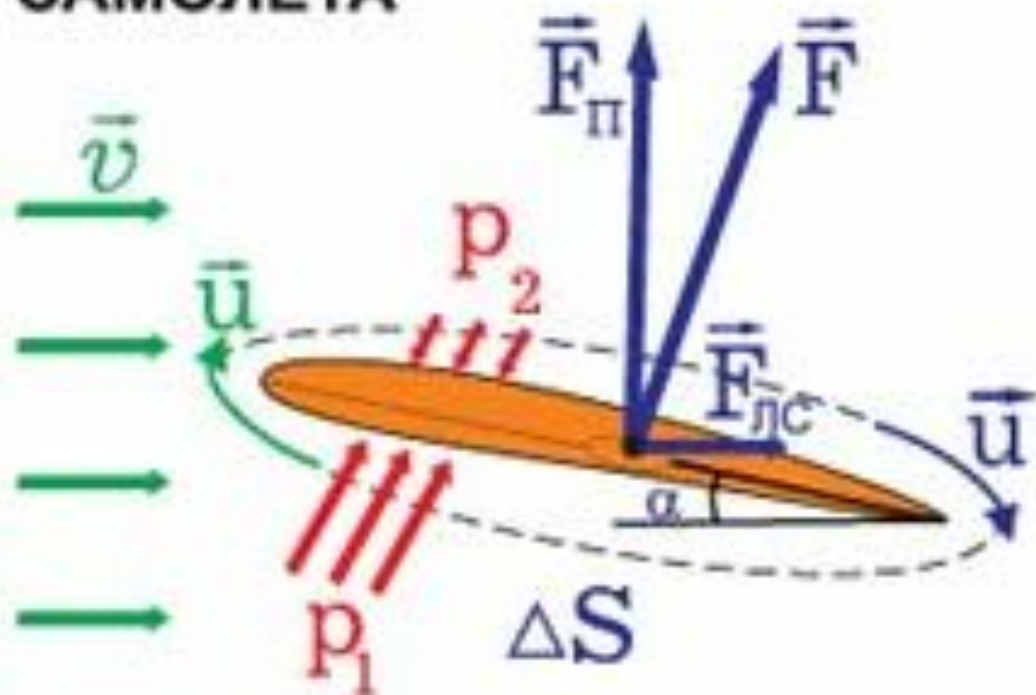
$$v_1 < v_3 < v_2 \quad p_1 > p_3 > p_2$$

ГИДРОМОНИТОР



$$\rho \frac{v_2^2}{2} = \rho \frac{v_1^2}{2} + p$$

ПОДЪЕМНАЯ СИЛА КРЫЛА САМОЛЕТА



$$p_2 < p_1 \quad \Delta F_{\pi} = \Delta p \Delta S$$

Формула Н.Э. Жуковского

$$F_{\pi} = 2\rho S v u$$

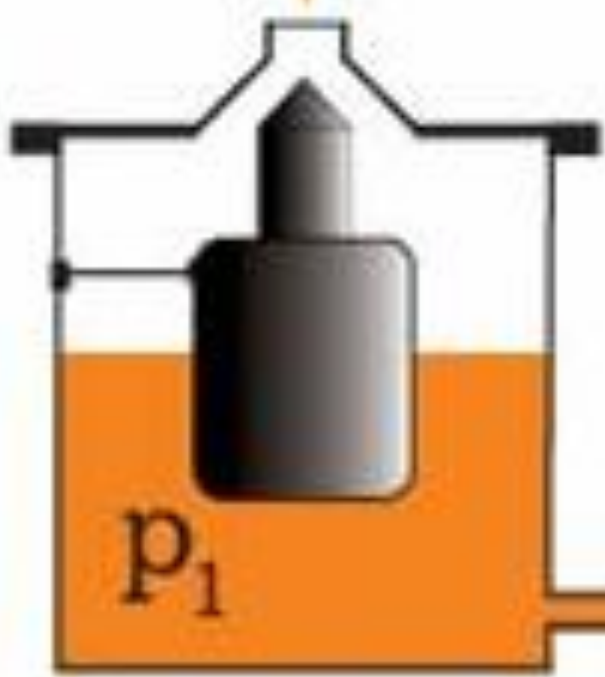
ВОДОСТРУЙНЫЙ НАСОС



КАРБЮРАТОР



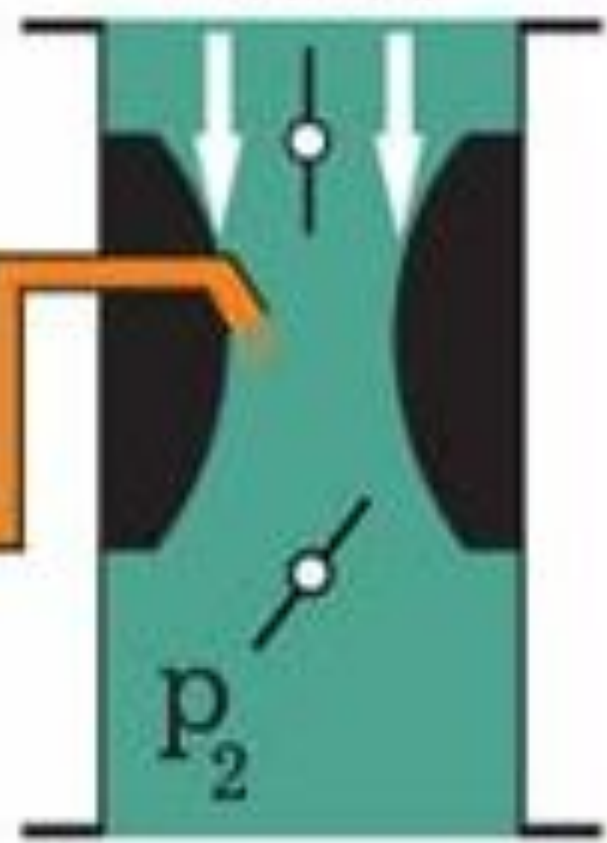
Бензин



p_1

$p_2 < p_1$

Воздух



p_2