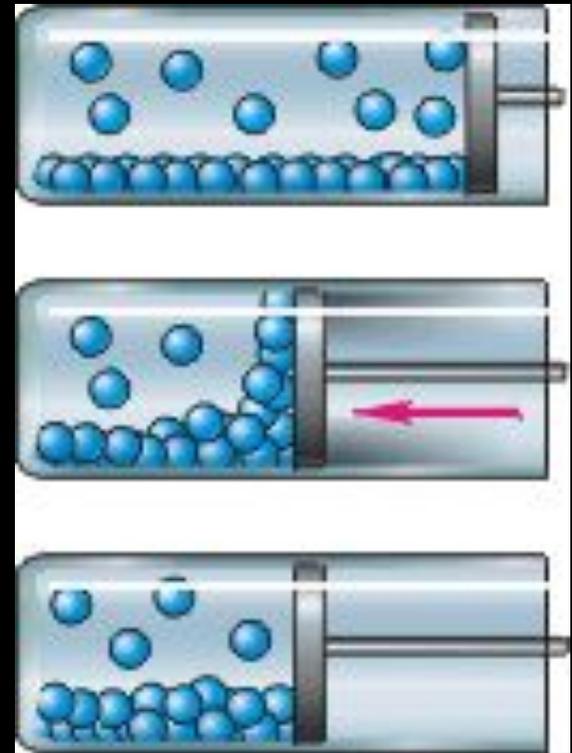


Элементы гидроаэромеханики



Гидроаэромеханика

Гидроаэромеханикой называется раздел физики, в котором изучаются законы равновесия и движения жидкостей и газов, а также взаимодействие жидкостей и газов с твердыми телами.



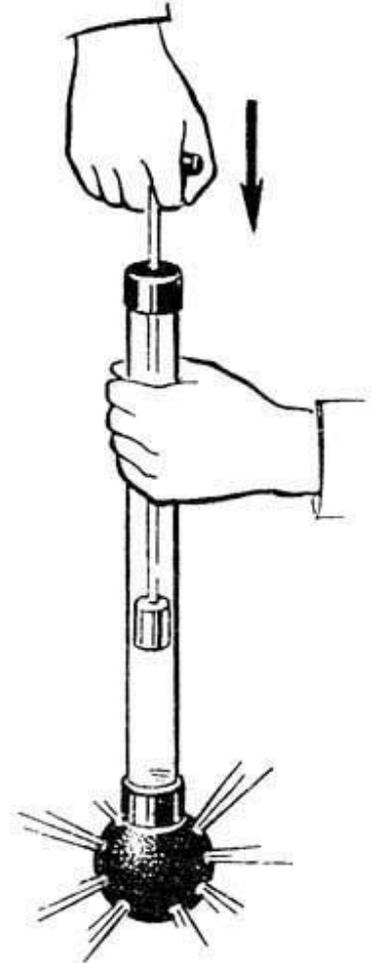
В гидроаэростатике рассматриваются условия и закономерности равновесия жидкостей и газов под воздействием приложенных к ним сил и, кроме того, условия равновесия твердых тел, находящихся в жидкости или газе.

Конкретное строение жидкости или газа в гидроаэромеханике не учитывается, и они рассматриваются как сплошные среды, непрерывно распределенные в пространстве.

Отличительной особенностью жидкостей и газов является текучесть, которая связана с малыми силами трения при относительном движении соприкасающихся слоев.



Жидкости от газов отличаются наличием поверхностного слоя (свободной поверхности), большей плотностью при одних и тех же условиях и характером зависимости от давления (практическая несжимаемость жидкостей и заметная сжимаемость газов)

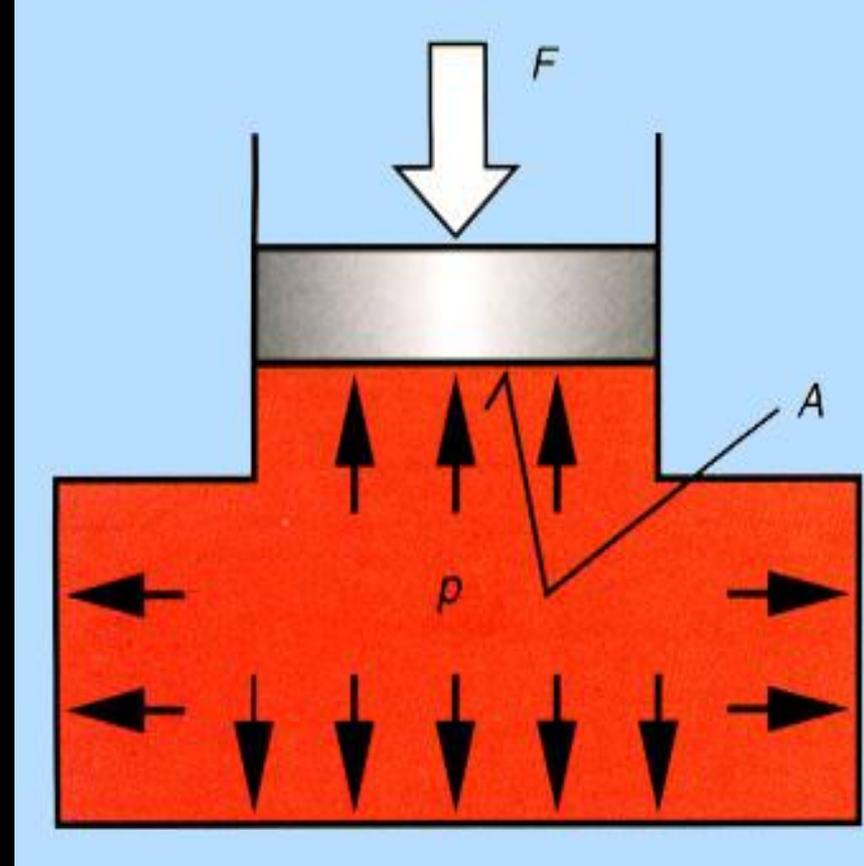


53



Изменению объема сплошной среды препятствуют силы упругости. Взаимодействие между слоями жидкости или газа, а также взаимодействие жидкости и газа с твердыми телами

осуществляется не в отдельной точке, а по площади. Силы упругости всегда перпендикулярны к рассматриваемым площадкам. Эти взаимодействия в гидроаэромеханике характеризуются давлением.



Давлением "p" называется физическая величина, равная отношению модуля силы, действующей на единицу площади, перпендикулярно к ней, к величине этой площади.

$$p = \Delta F_n / \Delta S$$

В отсутствие или компенсации внешних воздействий на жидкость проявляется действие Закона Паскаля. В данной точке жидкости давление одинаково по всем направлениям.

Если жидкость находится в поле силы тяжести, то гидростатическое давление на определенной глубине h равно: $p = p_0 + \rho gh$

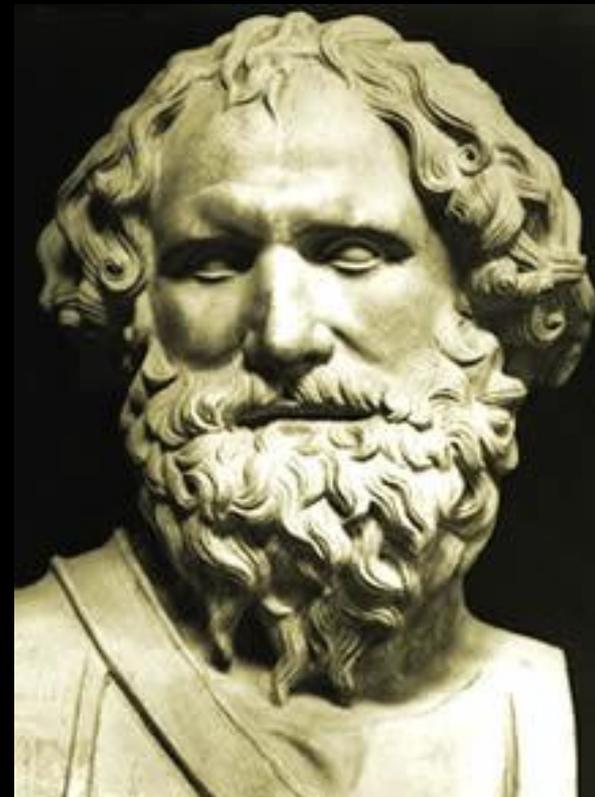
Закон Архимеда

На тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная по модулю силе тяжести жидкости, вытесненной телом.

Если тело погружено в жидкость целиком, то

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{т}}$$

V - объем
тѐла



Если не целиком, то

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}} \quad V - \text{объем погруженной части}$$

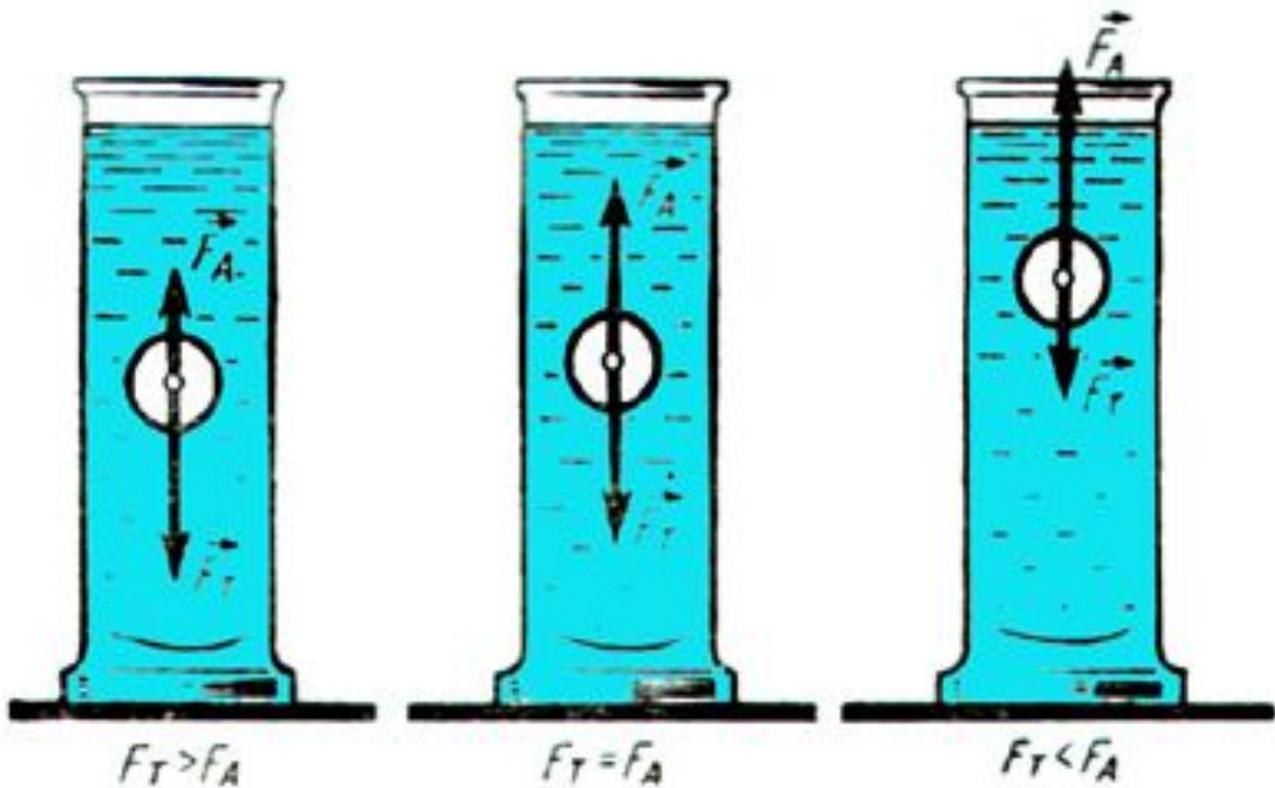
Тело, погруженное в жидкость или газ, находится в равновесии, если

$$P = F_A$$

Если $F_A > P$, то тело всплывает до тех пор, пока не будет выполнено условие

$$\rho_{\text{ж}} g V_{\text{п}} = P$$

При $P > F_A$ тело тонет.



Гидроаэродинамика

Движение жидкости называется стационарным (установившимся), если в заданных точках пространства скорость жидкости не зависит от времени.



Если в фиксированных точках пространства скорость жидкости меняется с течением времени, то движение жидкости – нестационарно.

При стационарном течении масса жидкости, проходящей через любое поперечное сечение трубки тока за единицу времени, остается неизменной.

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

Где ρ - плотность жидкости,
 V - модуль скорости жидкости в произвольном поперечном сечении трубки тока площадью S .
Следствием закона сохранения энергии для стационарного течения несжимаемой невязкой жидкости по трубке тока является Уравнение Бернулли.



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

Где ρ - плотность жидкости, V -модуль скорости течения жидкости в сечении трубки тока, находящейся на высоте h от условно выбранного уровня, p - давление в том же сечении трубки тока, вызванное силами упругости жидкости.

Движение твердых тел в жидкости и газе

При обтекании твердого тела вязкой жидкостью поток деформируется.

Непосредственно соприкасающиеся с телом слои жидкости, прилипают к его поверхности.

На поверхности тела образуется пограничный слой – область, в пределах которой скорость жидкости изменяется от нуля до скорости невозмущенного потока. В какой-то точке поверхности тела может произойти отрыв пограничного слоя. При этом жидкость из пограничного слоя выбрасывается в основной поток, и за точкой отрыва образуется вихревое течение.

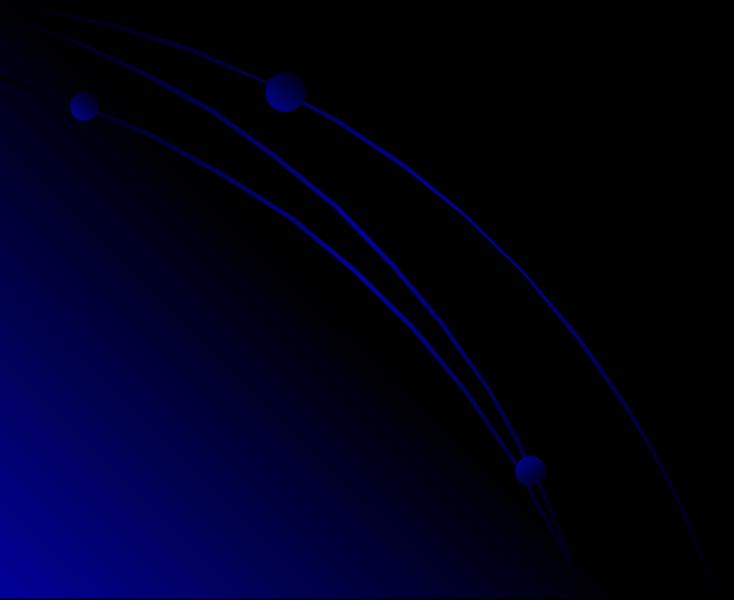
Сопротивление при движении тела в вязкой жидкости складывается из двух компонентов:

Сопротивление трения- обусловлено силами внутреннего трения, возникающими при значительных перепадах скоростей в пограничном слое.

Эти силы зависят от формы и размеров тела, от вязких свойств жидкости и пропорциональны скорости относительного движения тела и жидкости.

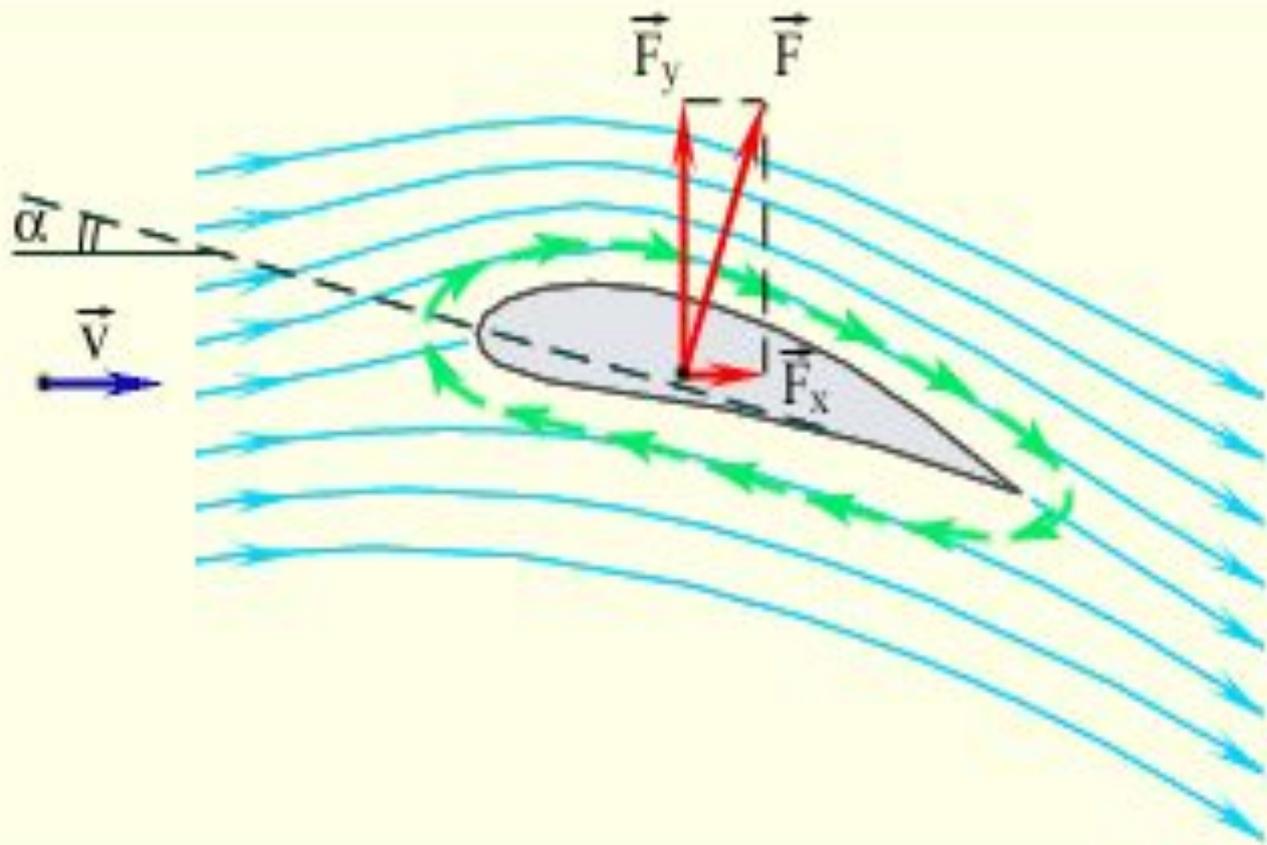
Соппротивление давления определяется разностью давлений на передней и задней сторонах обтекаемого тела.

Сила сопротивления давления зависит от формы и размеров тела пропорционально плотности жидкости и квадрату скорости относительного движения тела и жидкости.


$$C \approx V^2$$

Из-за того, что сопротивление трения и сопротивление давления по-разному зависят от скорости тела, при очень малых скоростях преобладающим оказывается сопротивление трения, а при больших - сопротивление давления.

- Разность статических давлений в различных точках поверхности твердого тела, движущегося в жидкости или газе, может вызвать не только силу сопротивления, но и так называемую подъемную силу.



Эффект Магнуса

Подъемная сила при обтекании вращающегося цилиндра: вверху сложение скоростей, следовательно, скорость потока увеличивается; внизу - уничтожение скоростей, следовательно, давление внизу больше, чем вверху (по Бернулли).

