

ТЕМА 2

Гидромеханика

центробежного насоса

и центробежно-

вихревого насоса.

Движение жидкости в лопастных насосах

- Абсолютное движение жидкости в межлопастном канале складывается из двух: переносного и относительного. Переносное движение – это вращение вместе с колесом с окружной скоростью $u = \omega r$, направленной перпендикулярно к радиусу r . Движение по отношению к стенкам канала можно представить, как сумму трех движений жидкости: в неподвижной решетке, вихревого и циркуляционного.

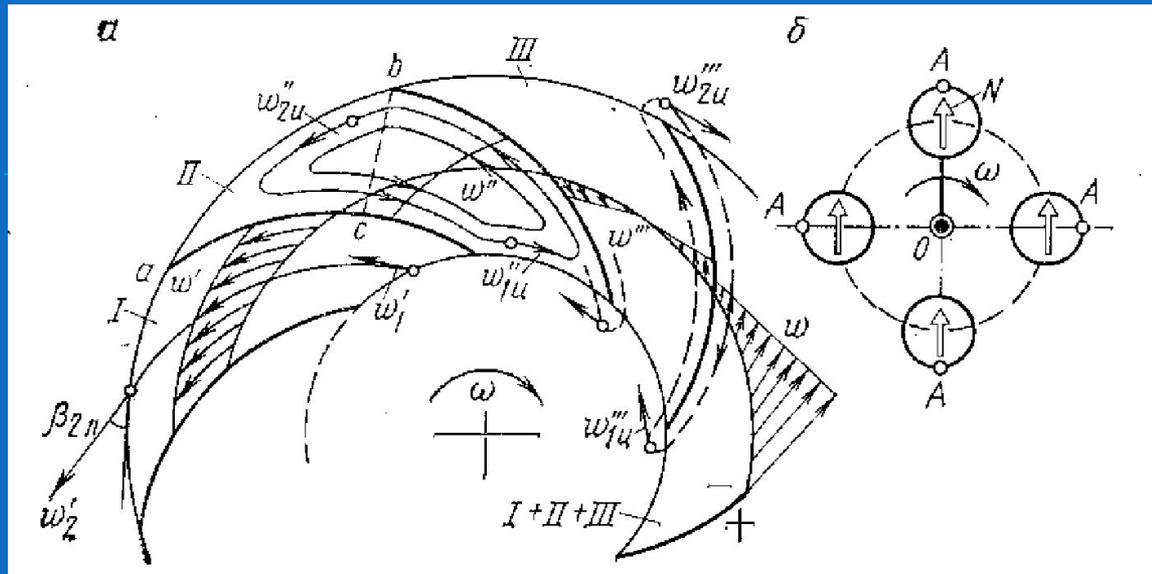


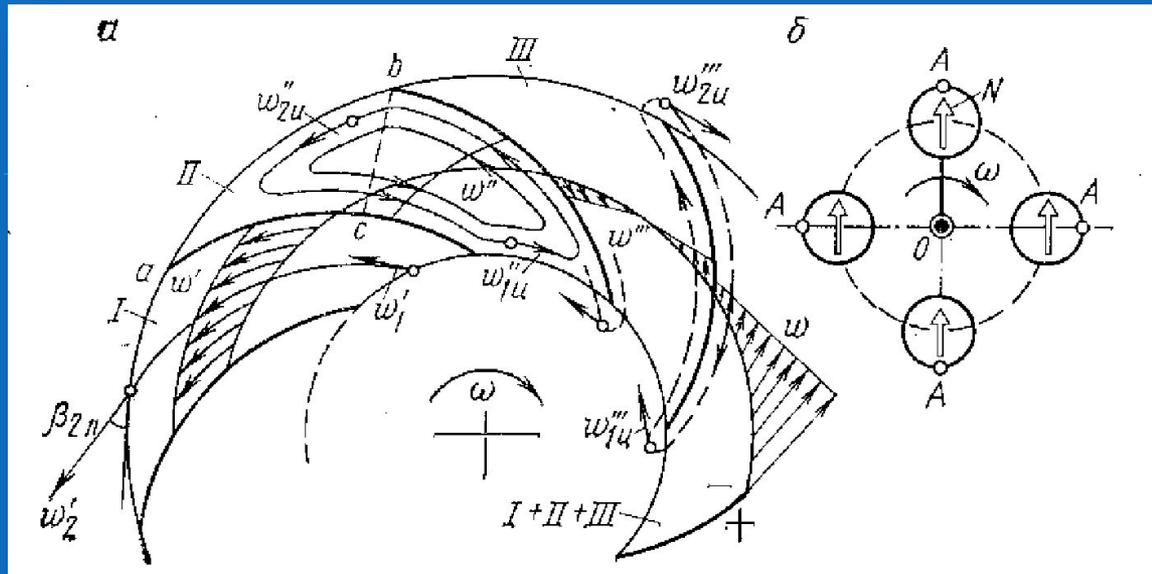
Рис.3

Относительное
движение жидкости в
каналах рабочего
колеса

Первое из них от источника, расположенного в центре колеса при расходе жидкости, равном данной подаче насоса. Соответствующая скорость ω' направлена по касательной к стенкам канала. Значение ω' зависит от площади поперечного сечения канала и изменяется от ω'_1 на входе в канал (индекс «1») до ω'_2 на его выходе (индекс «2»).

второе движение можно получить если перекрыть каналы по торцам и вращать лопастное колесо с угловой скоростью ω . Вследствие инерции жидкости в этом случае в каналах возникает вихревое течение ("относительный вихрь").



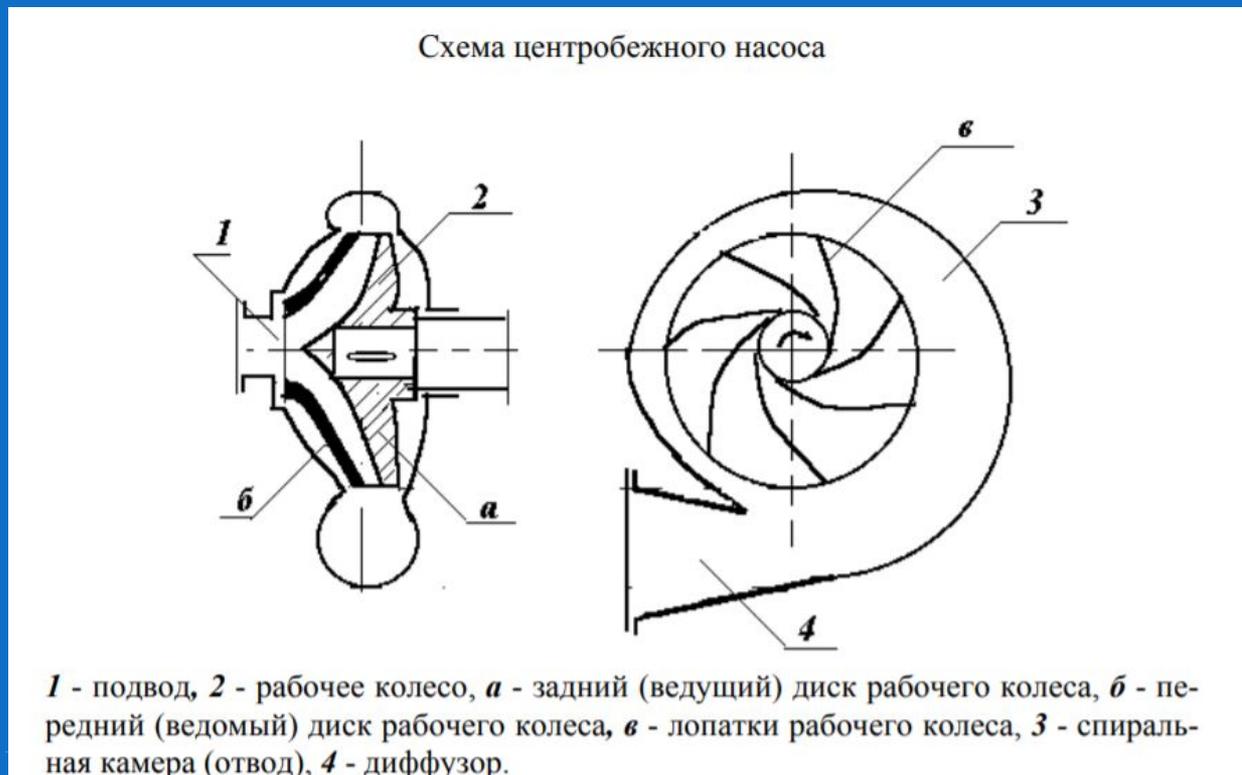


Жидкость выходит из канала под углом $\beta_2 < \beta_{2л}$, т.е. поток отклоняется от лопастей в направлении , противоположном вращению.

На эпюре суммарной относительной скорости w (рис. 2.1, а, канал | + + || + |||) видно, что эта скорость увеличивается от лицевой стороны лопасти к тыльной. Согласно уравнению Бернулли, распределение давления в любом сечении канала противоположно распределению скоростей: давление увеличивается на лицевой стороне (знак +) и уменьшается на тыльной (знак -). Таким образом, существование «относительного вихря» связано с силовым взаимодействием между лопастями и жидкостью.

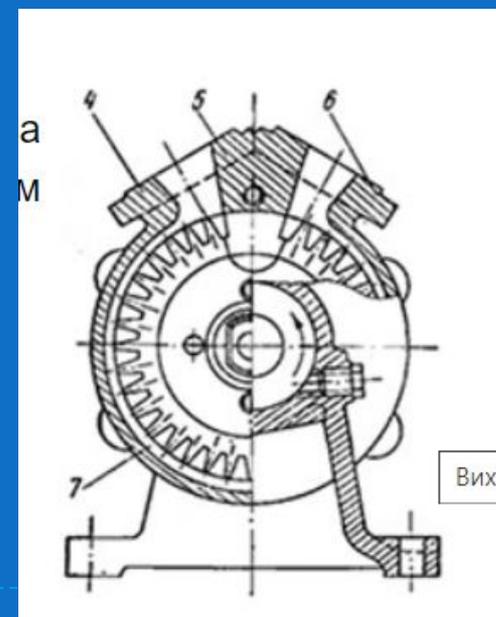
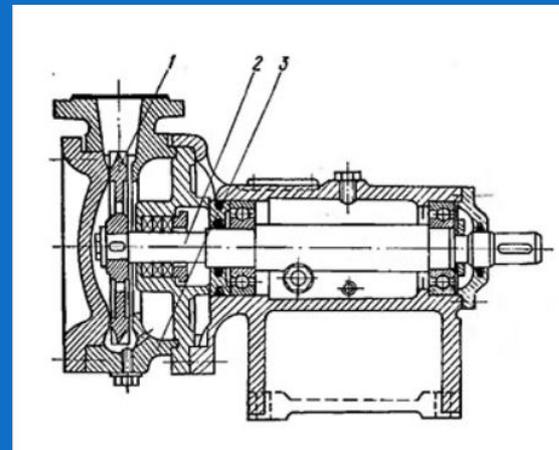
Центробежный насос

Из гидродинамических насосов на практике чаще всего используется центробежный насос, схема которого представлена на Рисунке.



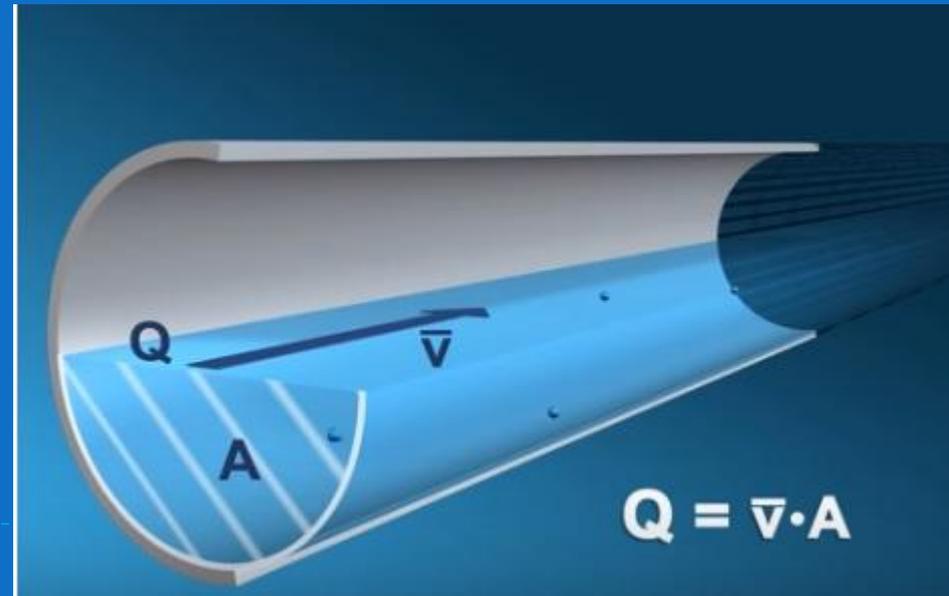
Устройство вихревого насоса

Устройство вихревого насоса во многом напоминает устройство насосов центробежного типа. Основной рабочей деталью насоса является вихревое колесо 1, посаженное на вал 2. Вихревое рабочее колесо монтируется в корпусе насоса 3, имеющем всасывающий 4 и нагнетательный 6 патрубки (при вращении рабочего колеса против часовой стрелки на рисунке).



Планы скоростей и их изменение с расходом жидкости

Перемещение жидкости по трубопроводам, каналам, аппаратам происходит в следствии перепада давления, создаваемого разностью уровней жидкости или работой специальных машин – насосов. Объем жидкости, протекающий через какое-либо сечение потока в единицу времени, называют объемным расходом жидкости Q .



Вследствие влияния сил вязкости (трения) в разных точках поперечного сечения потока скорость частиц жидкости неодинакова: по оси потока она максимальна, а у стенки трубопровода равна нулю. Поскольку установить распределение скоростей по поперечному сечению потока часто затруднительно, в инженерных расчетах обычно используют так называемую среднюю скорость; при этом допускают, что все частицы потока движутся с одинаковой скоростью.

- Такая условная скорость w определяется отношением объемного расхода жидкости Q к площади сечения потока S :

$$w = Q/S$$

- тогда объемный расход жидкости Q ($\text{м}^3/\text{с}, \text{м}^3/\text{ч}$) и ее массовый расход M ($\text{кг}/\text{с}, \text{кг}/\text{ч}$) определяются соответственно уравнениями:

$$Q = wS ; M = wSp.$$



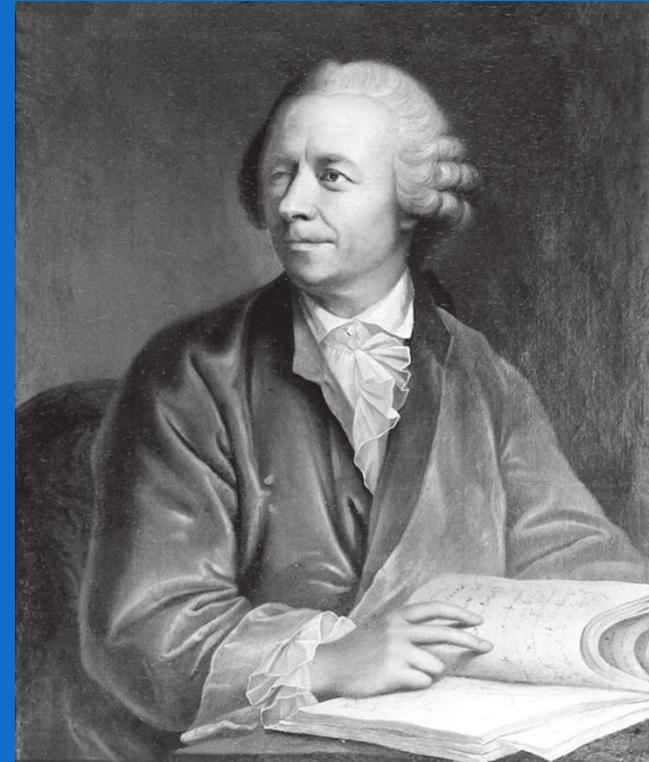
Данные уравнения называют уравнениями расхода и широко используют в расчетах трубопроводов и химических аппаратов.

При ламинарном режиме, наблюдающимся при малых скоростях или значительной вязкости жидкости, она движется параллельными струйками, не смешивающимися друг с другом. Струйки обладают различными скоростями, но скорость каждой струйки постоянна и направлена вдоль оси потока. Скорость частиц по сечению трубы изменяется по параболе: от нуля у стенок трубы до максимума у ее оси. При этом средняя скорость жидкости равна половине максимальной $W_{cp} = 0,5W_{max}$. Такое распределение скорости устанавливается на некотором расстоянии от входа в трубу.



Уравнение Эйлера.

Уравнение Эйлера — одно из основных уравнений гидродинамики идеальной жидкости. Названо в честь Л. Эйлера, получившего это уравнение в 1752 году (опубликовано в 1757 году). По своей сути является уравнением движения жидкости. До сих пор неизвестно, существует ли гладкое решение уравнения Эйлера в трёхмерном случае, начиная с заданного момента времени.



Рассмотрим движение идеальной жидкости. Выделим внутри неё некоторый объём V . Согласно второму закону Ньютона, ускорение центра масс этого объёма пропорционально полной силе, действующей на него. В случае идеальной жидкости эта сила сводится к давлению окружающей объём жидкости и, возможно, воздействию внешних силовых полей. Предположим, что это поле представляет собой силы инерции или гравитации, так что эта сила пропорциональна напряжённости поля и массе элемента объёма. Тогда



$$\int_V \frac{d\mathbf{v}}{dt} dm = \int_V \mathbf{g} dm - \oint_S p d\mathbf{S},$$

где \mathbf{S} — поверхность выделенного объёма, \mathbf{g} — напряжённость поля. Переходя, согласно формуле Гаусса — Остроградского, от поверхностного интеграла к объёмному и учитывая, что $dm = \rho dV$, где ρ — плотность жидкости в данной точке, получим:

$$\int_V \rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} dV = \int_V \rho \mathbf{g} dV - \int_V \nabla p dV.$$

В силу произвольности объёма V подынтегральные функции должны быть равны в любой точке:

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \rho \mathbf{g} - \nabla p.$$

Выражая полную производную через конвективную производную и частную производную:

$$\frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{\partial\mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v},$$

получаем уравнение Эйлера для движения идеальной жидкости в поле тяжести:

$$\frac{\partial\mathbf{v}}{\partial t} + (\mathbf{v} \cdot \nabla)\mathbf{v} = \mathbf{g} - \frac{1}{\rho}\nabla p,$$

Режимы работы насосных установок.

Различают четыре основных режима работы насосных установок:

1) неравномерный режим, который характерен для работы постоянно включенного насоса на сеть без регулирующей емкости в системах с неравномерным во времени потреблением жидкости.

При неравномерном режиме работы насосной установки рабочая точка на характеристике насоса может перемещаться от режима, соответствующего нулевой подаче, до точки максимальной подачи насоса..

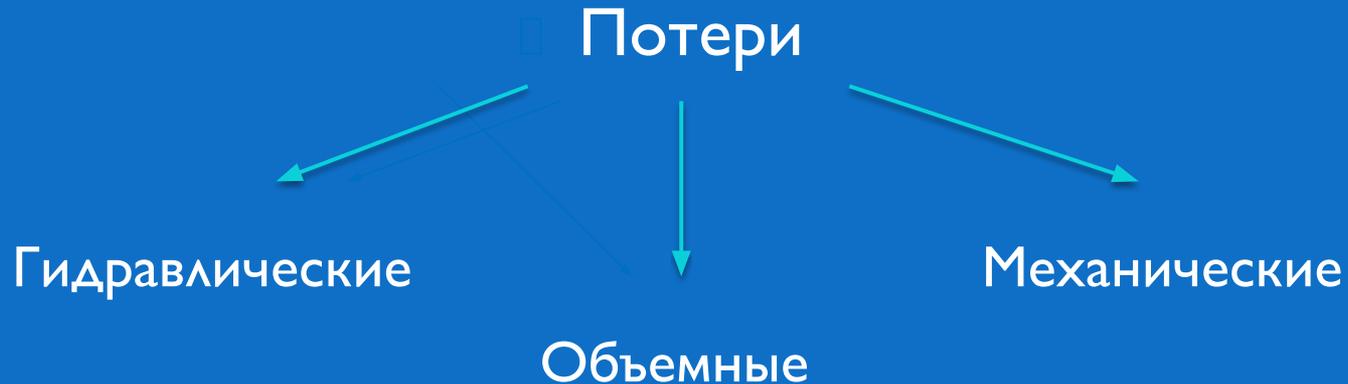


-
- 2) равномерный режим, который достигается при неравномерном потреблении жидкости в системе за счет установки напорно-регулирующей емкости, рассчитанной на восприятие разности подачи насосов и потребление жидкости в системе.
 - 3) повторно-кратковременный режим, характеризующийся периодическим включением и выключением насоса с частотой, зависящей от емкости бака гидроаккумулятора, подачи насоса и потребления жидкости в системе.
-
- 

- 4) переменный режим, достигаемый за счет изменения подачи насоса в соответствии с изменением потребления жидкости в сети (системе).



Потери мощности в насосе



Гидравлические потери – часть энергии, получаемой потоком от колеса насоса, затрачивается на преодоление гидравлических сопротивлений при движении потока внутри насосного агрегата, ведут к снижению высоты напора.



Объемные потери – паразитные протечки (утечки) внутри насосной части - в уплотнениях лопастного колеса и в системе уравнивания осевого давления ведут к уменьшению подачи.

Механические потери – часть энергии, получаемой насосом от двигателя, расходуется на преодоление механического трения внутри агрегата. В машине имеют место: трение колеса и других деталей ротора о жидкость, трение в сальниках и трение в подшипниках. Механические потери ведут к падению мощности всего устройства.



■ СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

