



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

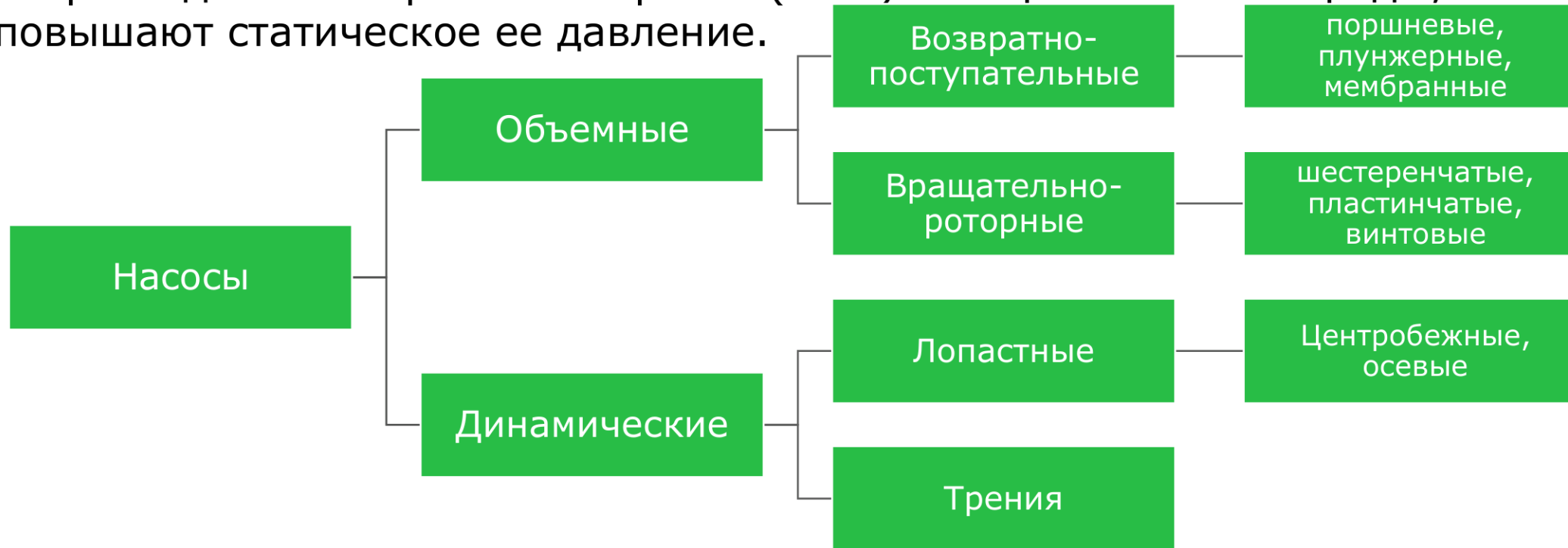
**к.т.н., старший преподаватель
НОЦ им. Кижнера
Богданов Илья Александрович**

среда, 20 ноября 2024 г.



НАСОСЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

В промышленности важное значение имеет перемещение жидких и газообразных сред. Перемещение жидкостей и газов связано с специальными машинами: насосами (для жидкости), компрессорами (для газов). Насосы и компрессоры преобразуют механическую энергию движения рабочего органа (тела) в энергию сжатой среды, т.е. повышают статическое ее давление.

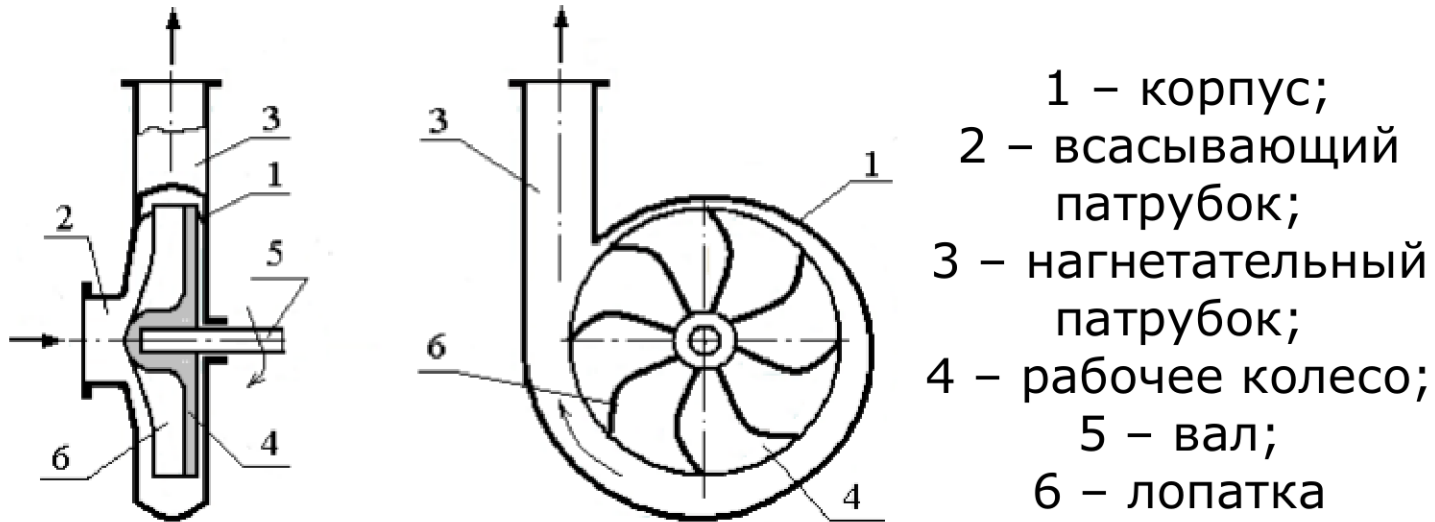


Классификация насосов по принципу действия

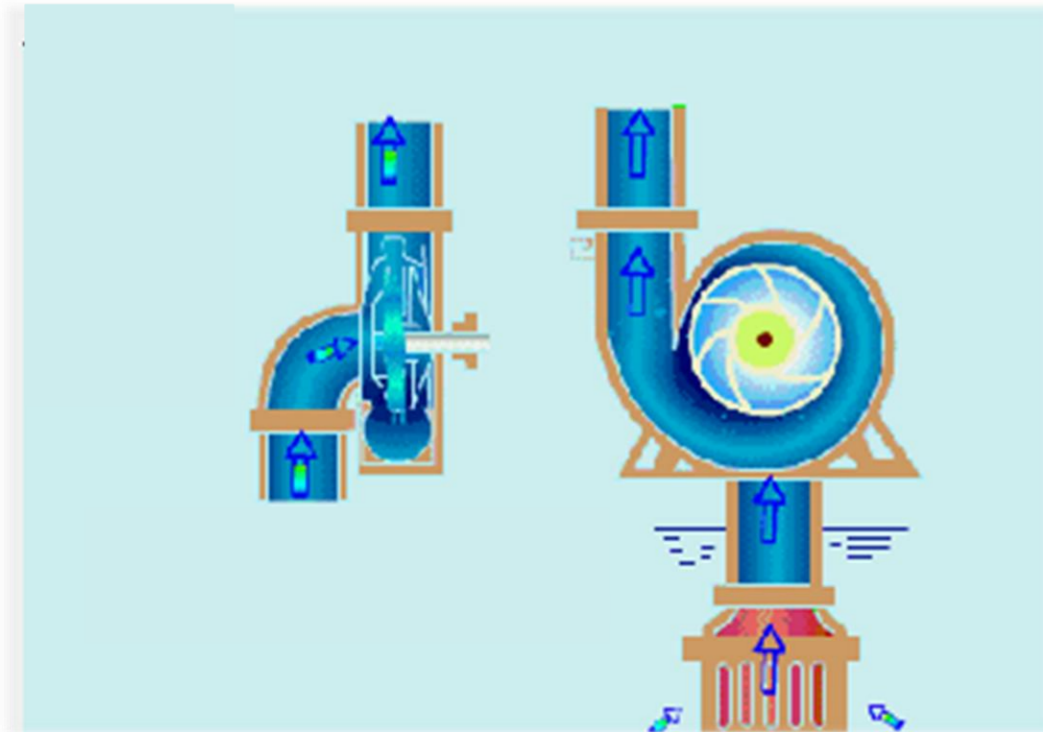
Также насосы могут быть классифицированы по создаваемому давлению (низкого, среднего и высокого давления), количеству последовательно (одно- и многоступенчатые) или параллельно установленных (многокамерные) рабочих камер, по характеру перекачиваемых сред (водяные, суспензионные и др.), по материалу исполнения (из металлов и их сплавов, пластмассовые, керамические, графитовые и др.)

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Центробежные насосы обладают равномерной непрерывной подачей жидкости. Они компактны, обеспечивают высокую производительность и сравнительно высокий напор. На схеме представлен одноступенчатый центробежный насос.

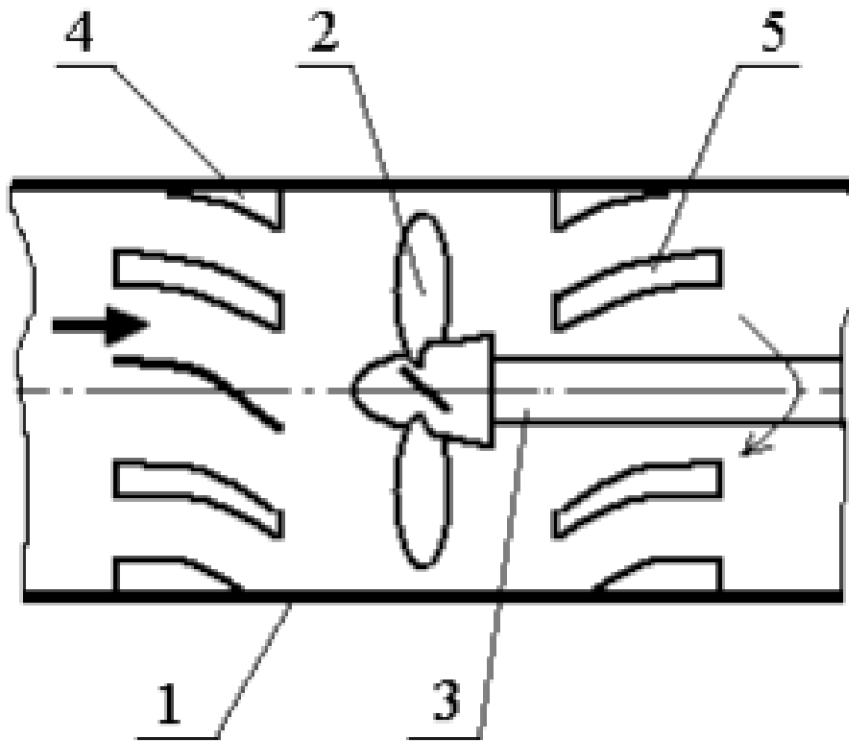
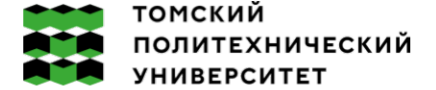


Работает насос следующим образом. При сообщении вращения рабочему колесу жидкость между лопатками движется совместно с ним. Под действием центробежных сил жидкость вытесняется из рабочего колеса в зазор между ним и корпусом. В центральной зоне рабочего колеса создается пониженное давление, за счет этого жидкость всасывается в насос.

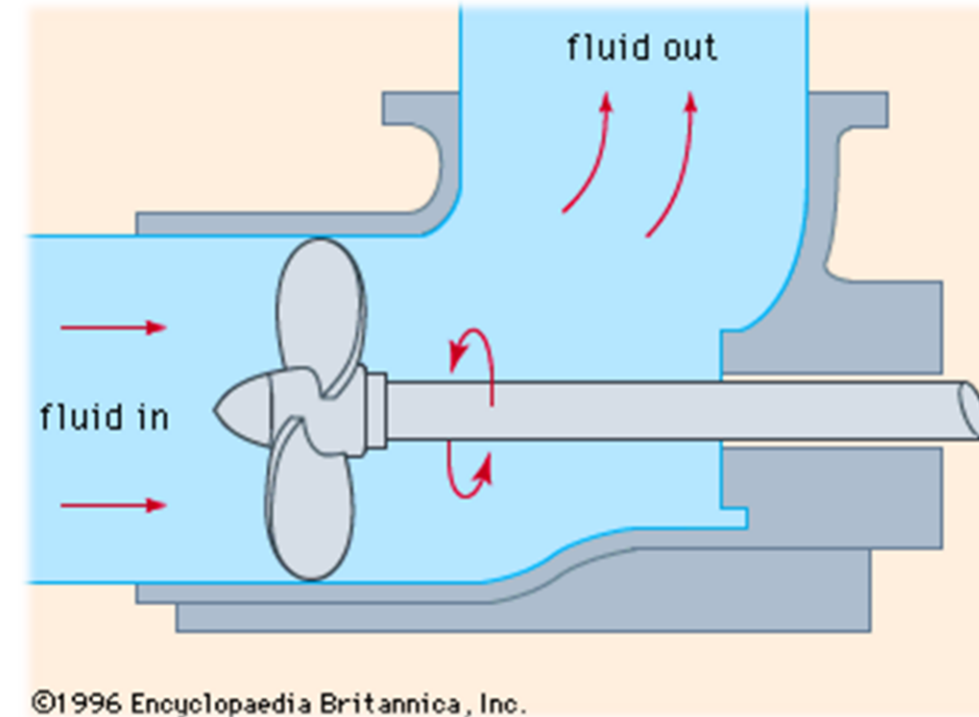


КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОСЕВОГО НАСОСА

Осевые насосы применяются для перемещения больших расходов жидкости при сравнительно невысоких напорах. В основном используются для обеспечения циркуляции жидкости в аппаратах, а также в качестве движителей судов.



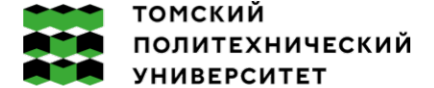
1 – корпус;
2 – рабочее колесо;
3 – вал; 4 и 5 –
направляющие
аппараты



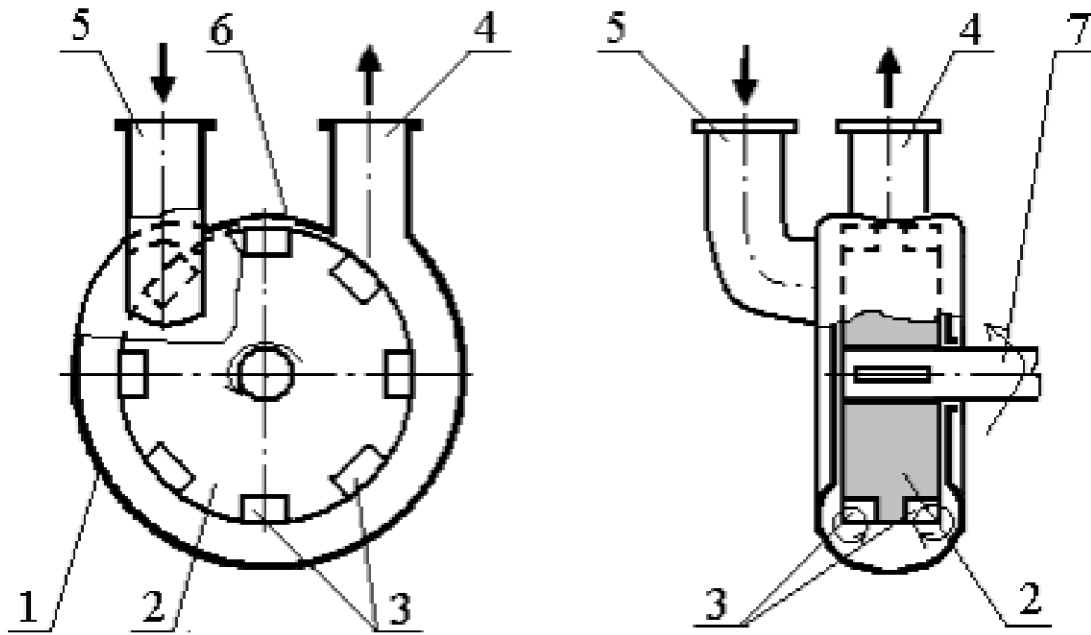
©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

**Достоинства осевого насоса: высокий КПД, большая производительность при малых размерах, простота и надежность в работе. Его основной недостаток – невысокий создаваемый напор.*

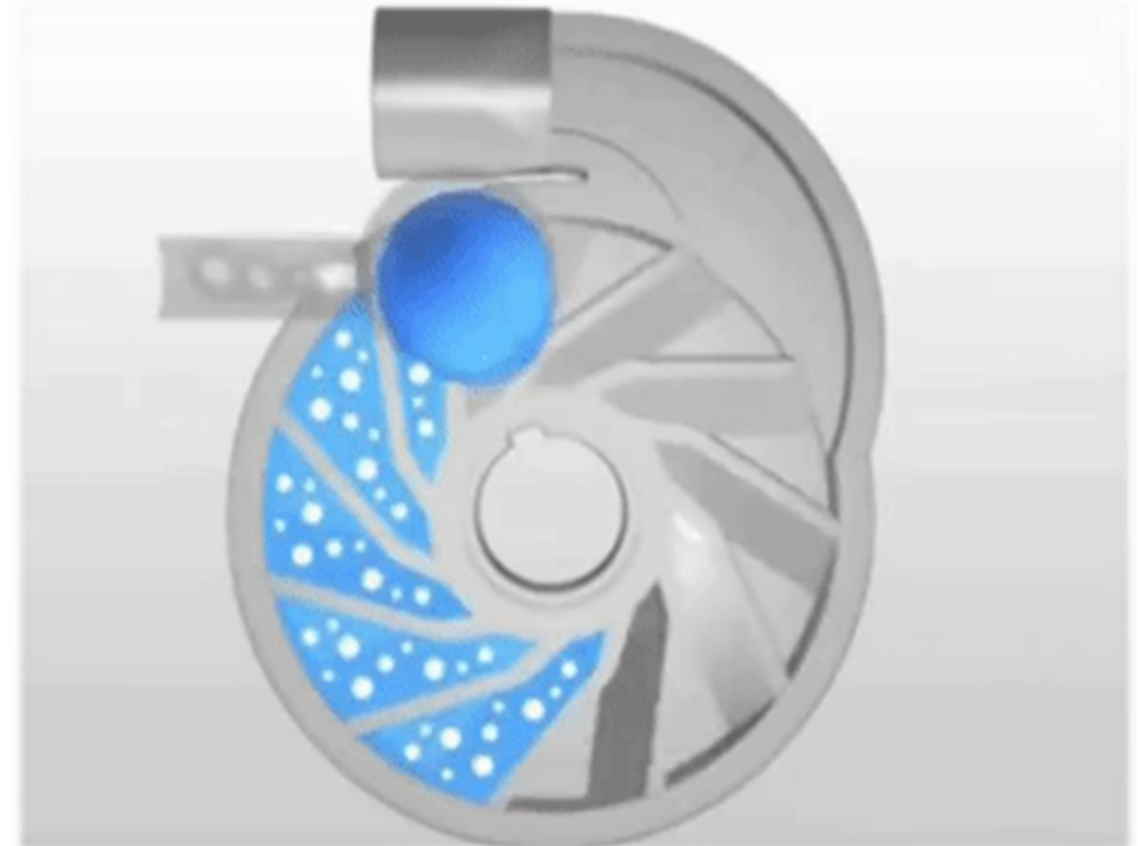
КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ВИХРЕВОГО НАСОСА



Применяется для перекачивания жидкостей, не включающих абразивных частиц. В нем используется энергия вихревого движения жидкости. По сравнению с центробежным при одинаковых размерах и частотах вращения рабочего колеса обеспечивает достижение более высокого напора.

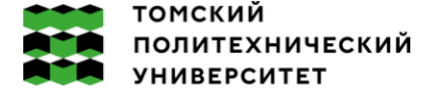


- 1 – корпус; 2 – рабочее колесо; 3 – пазы;
4 – нагнетательный патрубок;
5 – всасывающий патрубок; 6 – уплотнение; 7 – вал

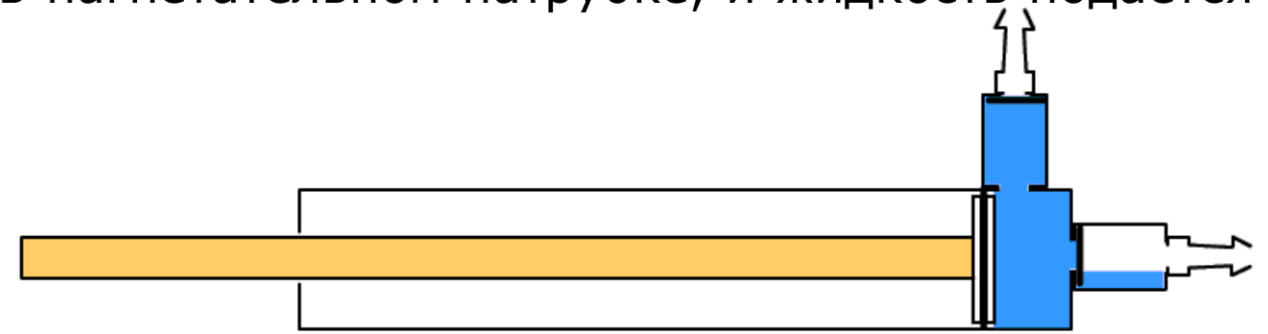
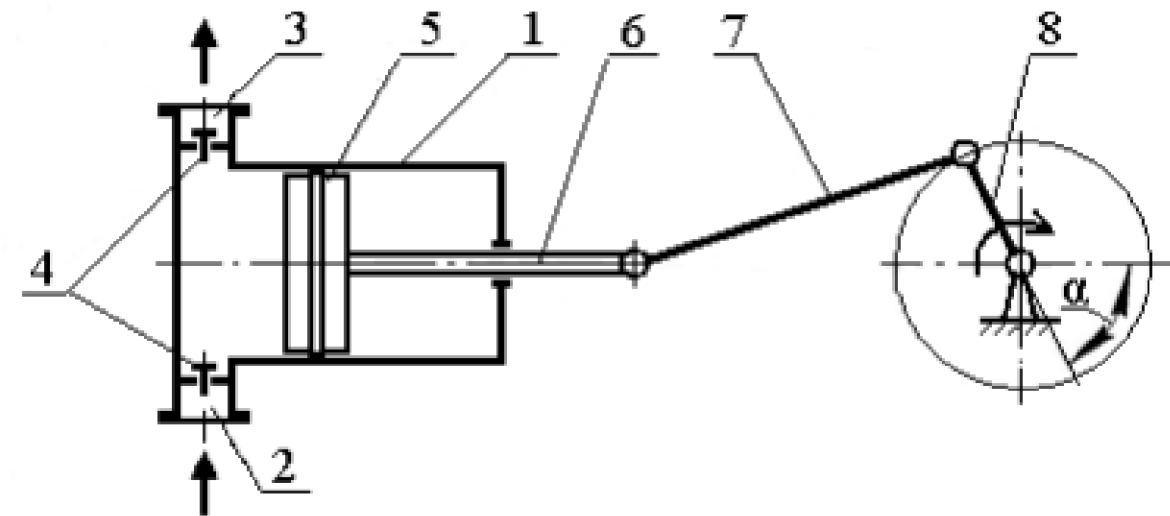


КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПОРШНЕВОГО НАСОСА

Поршневой насос главный представитель объемных насосов в котором вытеснителями являются один или несколько поршней, совершающих возвратно-поступательное движение



При вращении кривошипа поршень приобретает возвратнопоступательное движение. При обратном ходе поршня (по направлению к кривошипу) в цилиндре создается разрежение, за счет этого закрывается клапан в нагнетательном патрубке, а клапан во всасывающем патрубке открывается. При обратном ходе поршня жидкость поступает в цилиндр. При прямом ходе поршня в цилиндре создается избыточное давление. За счет этого закрывается клапан во всасывающем патрубке и открывается клапан в нагнетательном патрубке, и жидкость подается в нагнетательный трубопровод.



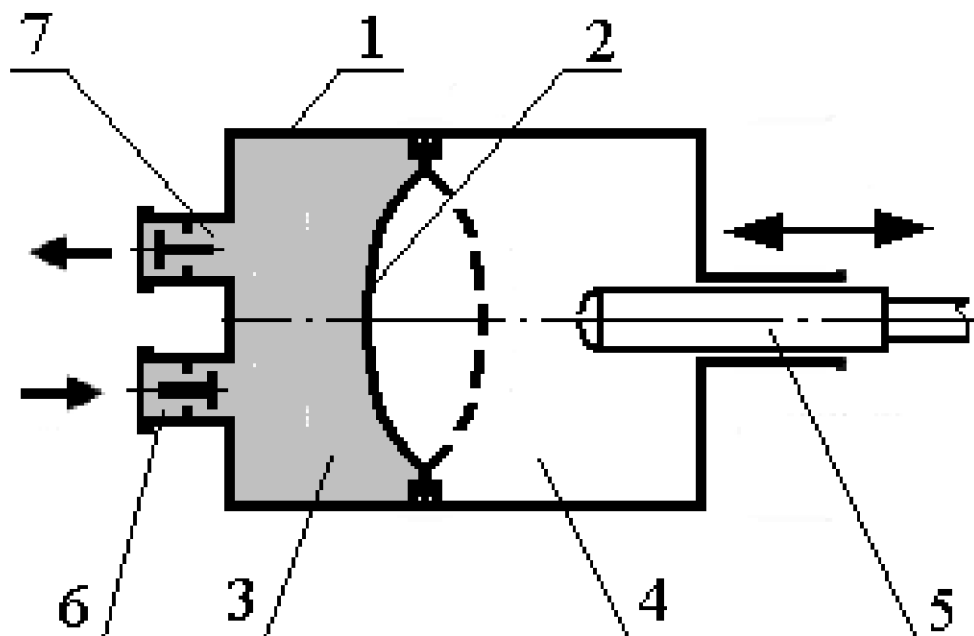
1 – цилиндр 2 – всасывающий патрубок 3 – нагнетательный патрубок 4 – клапаны 5 – поршень 6 – ползун 7 – шатун 8 – кривошип

**Разновидностью поршневых насосов являются плунжерные Им присуще большое отношение длины поршня (плунжера) к собственному диаметру*

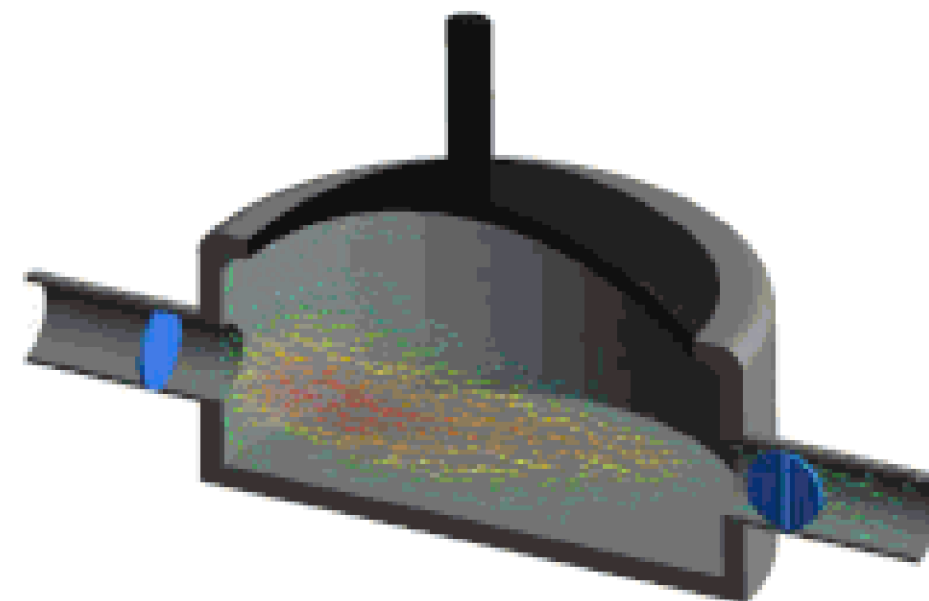
КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ МЕМБРАННОГО НАСОСА

Мембранные (диафрагмовые) насосы относятся к объемным насосам. Применяют их для перекачивания высоковязких, агрессивных жидкостей, а также суспензий. Рабочим органом насоса является мембрана (диафрагма), выполненная из эластичного (гибкого) материала.

**Недостатками мембранного насоса являются быстрый выход из строя мембран и невысокие создаваемые давления*



- 1 – корпус 2 – мембрана 3 – рабочая камера 4 – камера 5 – плунжер 6 – всасывающий патрубок 7 – нагнетательный патрубок

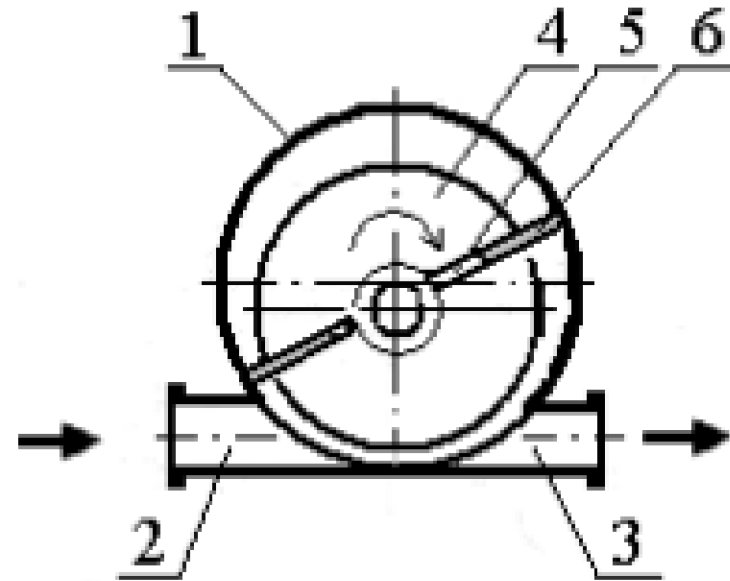


КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО НАСОСА

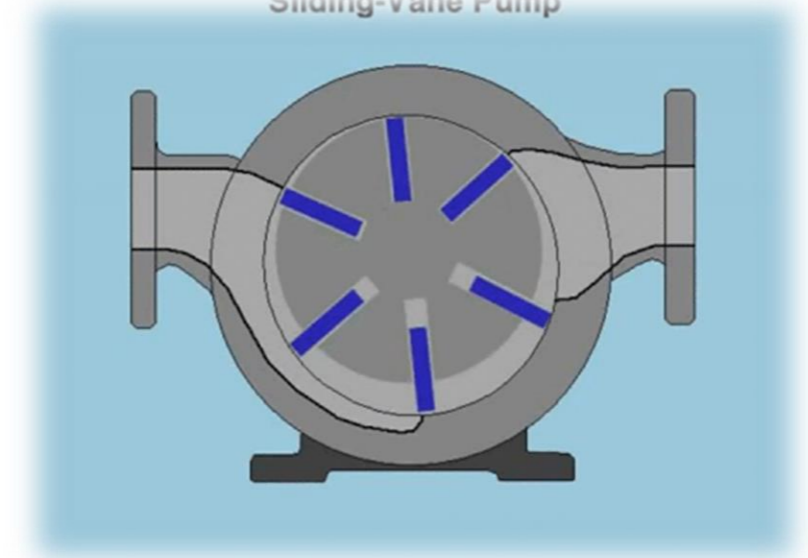
Пластинчатые насосы применяются для перекачивания чистых невязких жидкостей. Они относятся к объемным насосам высокого давления.

ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Sliding-Vane Pump



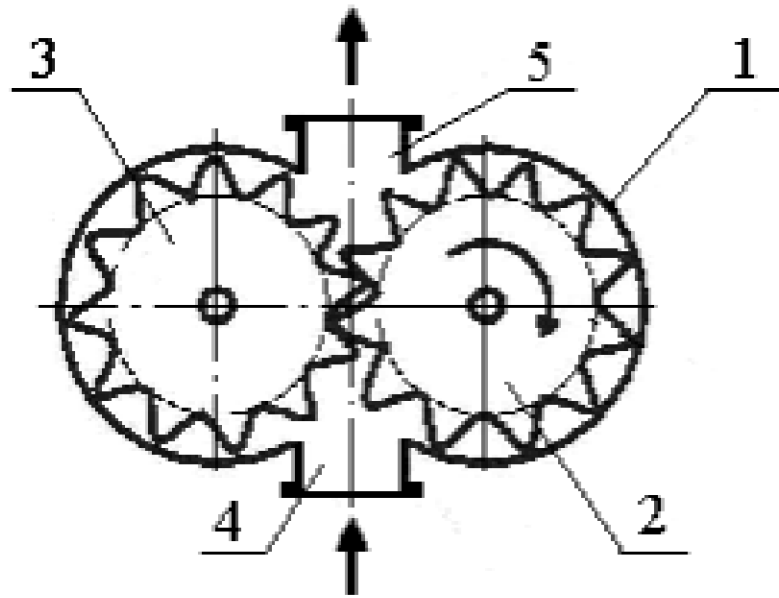
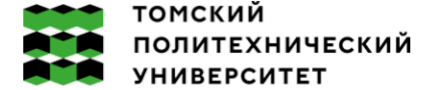
- 1 – корпус
- 2 – всасывающий патрубок
- 3 – нагнетательный патрубок
- 4 – ротор
- 5 – паз
- 6 – пластина



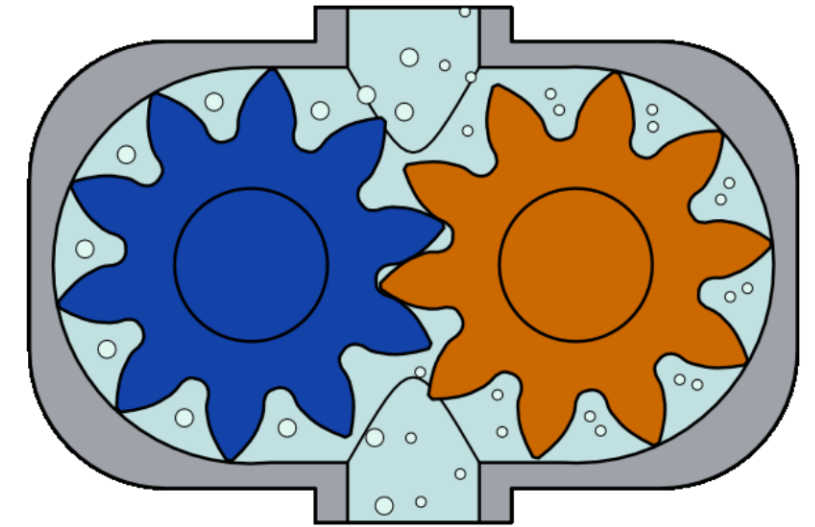
Корпус насоса 1, имеет цилиндрическую полость, сообщающуюся с всасывающим 2 и нагнетательным 3 патрубками. В полости корпуса эксцентрично расположен цилиндрический ротор 4. В роторе выполнены два или более диаметрально расположенных паза 5. В пазах ротора установлены пластины 6, которые могут свободно перемещаться в радиальном направлении. При вращении ротора пластины плотно прижимаются центробежными силами к внутренней поверхности стенки корпуса и образуют замкнутые объемы. Объем, прилегающий к всасывающему патрубку, при вращении ротора увеличивается, за счет чего в нем создается разрежение и происходит всасывание жидкости. При этом объем, примыкающий к нагнетательному патрубку уменьшается, в нем создается избыточное давление, и жидкость вытесняется в нагнетательный патрубок

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ШЕСТЕРЕНЧАТОГО НАСОСА

Шестеренчатый насос является объемным насосом высокого давления и применяется для перекачивания вязких чистых жидкостей



- 1 – корпус
- 2 – ведущая шестерня
- 3 – ведомая шестерня
- 4 – всасывающий патрубок
- 5 – нагнетательный патрубок

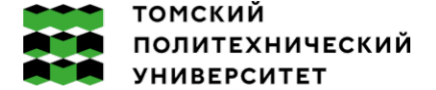


Корпус насоса 1 имеет полость в виде двух взаимно пересекающихся цилиндров, геометрические оси которых параллельны. Внутри полости установлены две находящиеся в зацеплении шестерни: ведущая 2 и ведомая 3. Ведущая шестерня связана с приводом. Зазор между стенками корпуса и шестернями невелик (порядка 10мкм), что обеспечивает достаточную герметичность полостей между зубьями шестерен. В плоскости зацепления шестерен расположены всасывающий 4 и нагнетательный 5 патрубки.

**Достоинства шестеренчатых насосов: незначительная неравномерность подачи, нечувствительность к перегрузкам по давлению вследствие возникающих обратных перетоков жидкости. Их недостатки: высокие требования к точности изготовления узлов и деталей, быстрый износ механическими включениями, низкий механический КПД*

КОМПРЕССОРЫ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Машины, предназначенные для перемещения и сжатия газов называют компрессорными машинами (компрессорами), их как и насосы, делят на объемные и динамические. Однако более распространена классификация по степени сжатия газа.



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Вентиляторы $\frac{p_2}{p_1} < 1,1$



Газодувки $1,1 < \frac{p_2}{p_1} < 3,0$



Компрессоры $\frac{p_2}{p_1} > 3,0$

p_1 – начальное давление всасывания

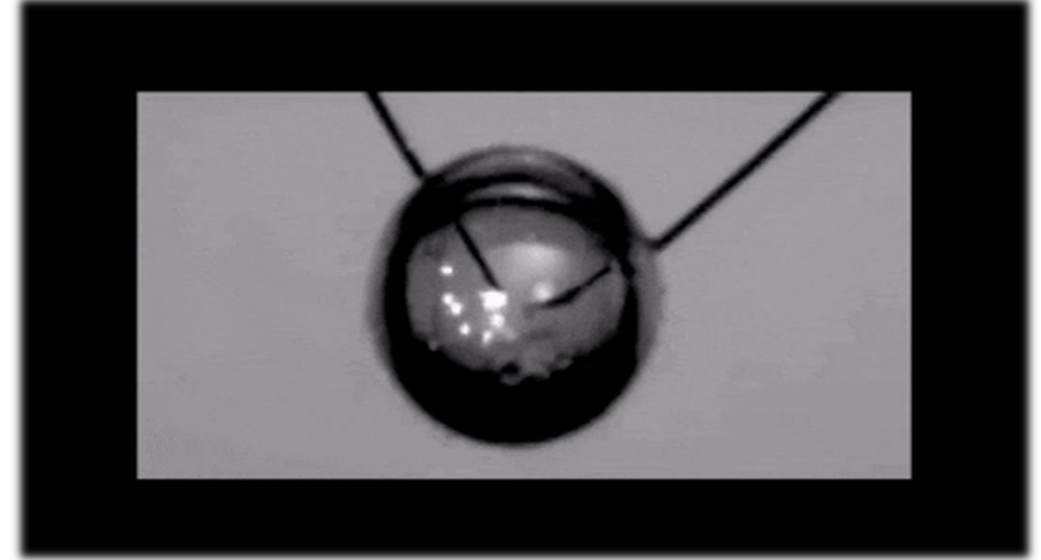
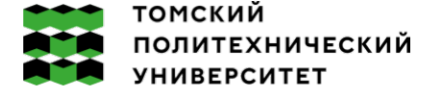
p_2 – конечное давление создаваемое машиной



**При сжатии газов компрессорными машинами свойства газов значительно, а зачастую и очень сильно меняются. Поэтому теоретические положения, описывающие работу компрессорных машин, сложнее, чем для насосов. При небольшом сжатии газа в вентиляторах изменениями свойств можно пренебречь. Поэтому работу вентиляторов с достаточной точностью можно описать теми же зависимостями, которые используются для описания работы насосов.*

КАВИТАЦИЯ

Кавитация представляет собой явление быстрой конденсации пузырьков пара в жидкости.




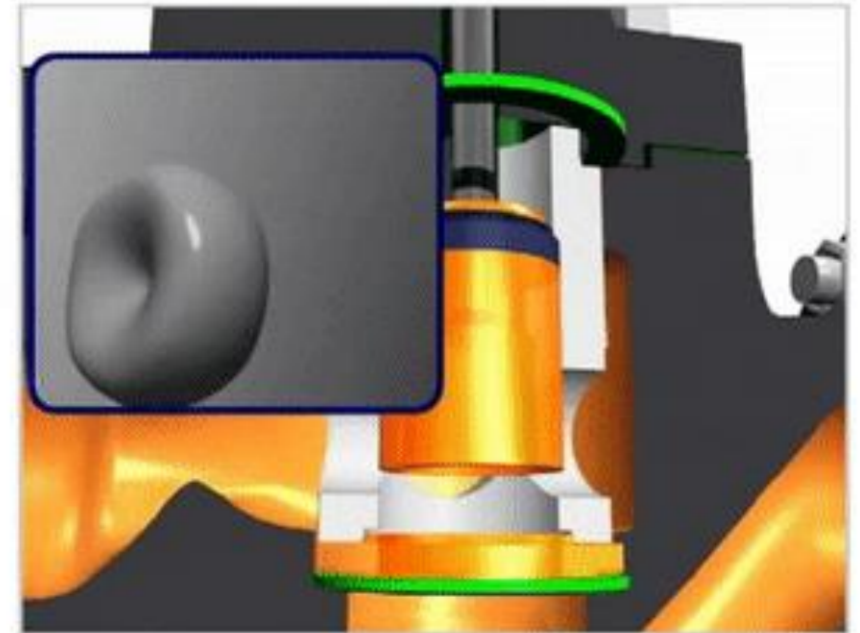
При падении давления в трубопроводе ниже ДНП жидкость вскипает, в ней появляются пузырьки пара. Затем парожидкостная смесь попадает в рабочую камеру насоса, где статическое давление резко повышается, превышая значение ДНП. При скачкообразном росте давления в жидкости быстротечно происходит процесс конденсации пузырьков пара. Образующиеся в результате конденсации пустоты (области очень низкого давления) с большой скоростью заполняются жидкостью. Возникают множественные локальные гидроудары, сопровождаемые шумом, вибрацией. В результате гидроударов происходит эрозия рабочих поверхностей конструктивных элементов насоса, причем наиболее интенсивно – движущихся. Вибрации, гидроудары наносят вред уплотнителям, подшипникам, вызывают разрушение материалов вследствие усталости.

**Давление насыщенных паров (ДНП) – это давление паров при определенной температуре в условиях динамического равновесия с жидкостью.*

ПОСЛЕДСТВИЯ КАВИТАЦИИ



 ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



ПОМПАЖ

Помпаж – неустойчивая работа компрессора или насоса характеризующаяся резкими колебаниями напора и расхода перекачиваемой среды



ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Для защиты от помпажа обычно используется сброс рабочей среды или перепуск с выхода компрессора на его вход в количестве, необходимом для избегания помпажа, для этого в системе антипомпажного регулирования и защиты используются регулирующие или запорно-регулирующие антипомпажные клапаны



При помпаже резко ухудшается аэродинамика проточной части, компрессор не может создавать требуемый напор, при этом, давление за ним на некоторое время остаётся высоким. В результате происходит обратный проброс газа. Давление за компрессором уменьшается, он снова развивает напор, но при отсутствии расхода напор резко падает, ситуация повторяется. При помпаже вся конструкция испытывает большие динамические нагрузки, которые могут привести к её разрушению.