

ЛЕКЦИЯ 8

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ НАСОСОВ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Исходя из принципа действия, различают объёмные и динамические насосы. Объёмные насосы работают по принципу вытеснения жидкости из замкнутого объёма телами специальной формы. В динамических насосах энергия передаётся незамкнутому объёму жидкости, непрерывно сообщаемому с входом и выходом насоса.

Классификация насосов

Насосы объёмного действия

возвратно-поступательные насосы:

- *поршневой,*
- *плунжерный,*
- *диафрагмовый (мембранный);*

вращательные (роторные) насосы:

- *шестерёнчатый,*
- *кулачковый,*
- *винтовой,*
- *шнековый,*
- *пластинчатый (шиберный) ротационный,*
- *водокольцевой.*

Динамические насосы:

лопастные насосы:

- *центробежный,*
- *погружной центробежный,*
- *вихревой,*
- *осевой (пропеллерный).*

насосы трения:

- *струйно-эжекторный.*

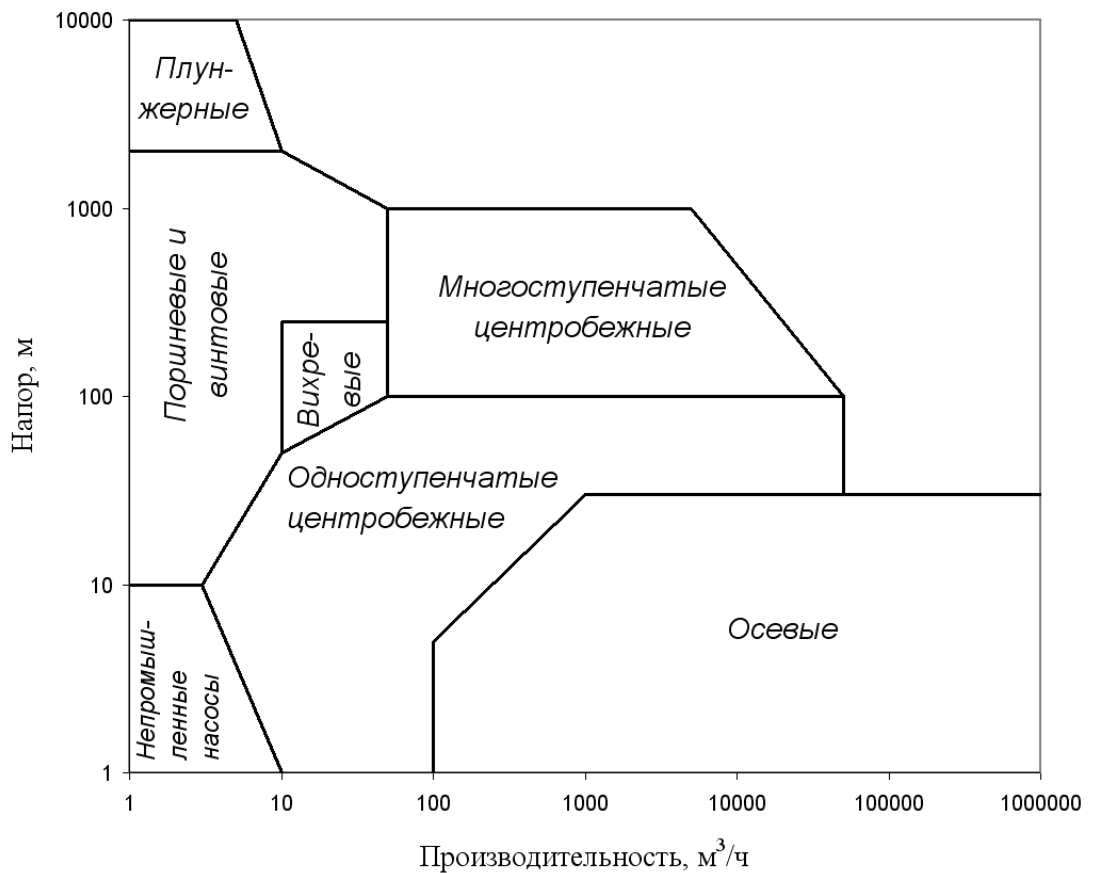


Рис.8.1. Области применения насосов различных типов

Поршневые насосы

Принцип работы поршневого насоса простого действия (Рис.8.2)

При движении поршня 1 вправо в рабочей камере насоса создается разрежение, нижний клапан 4 открыт, а верхний клапан 5 закрыт – происходит всасывание жидкости. При движении в обратном направлении в рабочей камере создается избыточное давление, и уже открыт верхний клапан, а нижний закрыт – происходит нагнетание жидкости. Герметичность обеспечена установленными на поршне сменными уплотняющими кольцами 4.

Производительность поршневого насоса простого действия $\dot{V} = S \cdot L \cdot n \cdot \eta_V$, где S – площадь внутреннего сечения цилиндра; L – ход поршня; n – частота вращения вала; η_V – объёмный КПД.

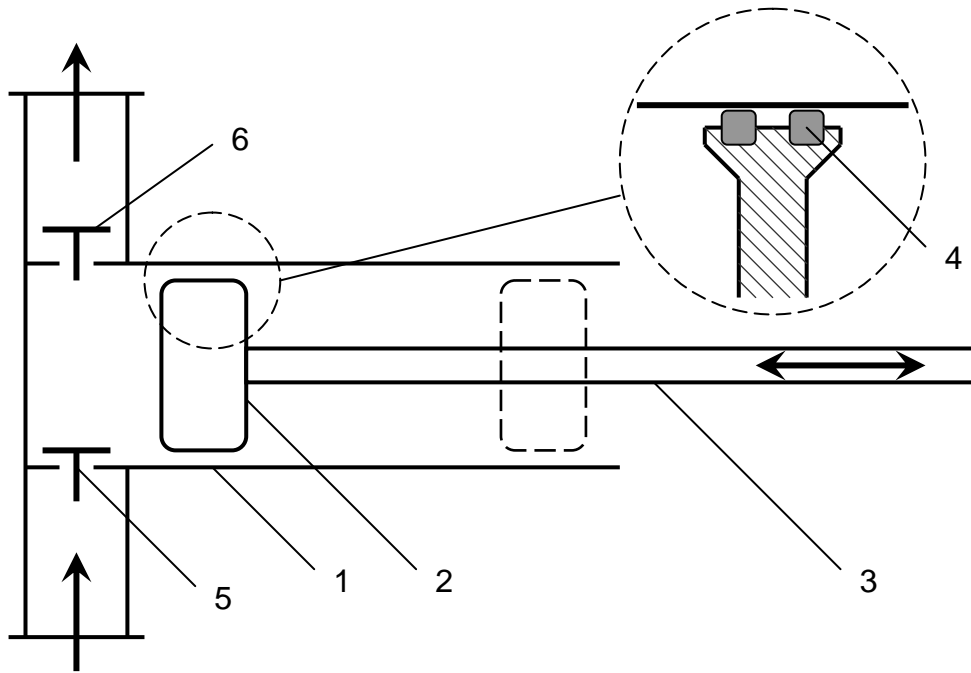


Рис.8.2. Схема горизонтального поршневого насоса простого действия:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – сменные уплотняющие кольца;
5 – всасывающий клапан; 6 – нагнетательный клапан

Достоинства:

- высокий (по сравнению с динамическими насосами) напор (используемые при добыче нефти поршневые насосы 9Т создают напор до 3000 м);
- простота конструкции.

Недостатки:

- низкая (по сравнению с динамическими насосами) производительность;
- неравномерность подачи (пульсации напора);
- проблема герметизации поршня;
- низкий КПД вследствие инерции поршня и трения.

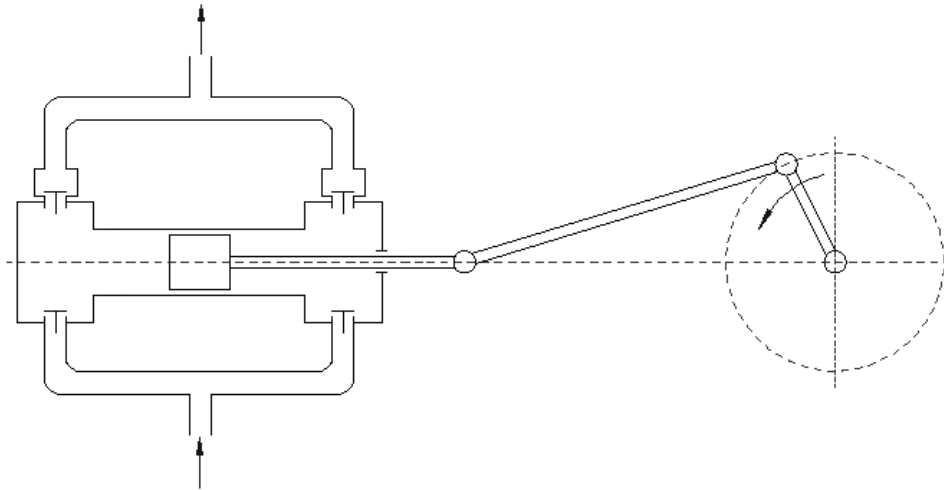


Рис. 8.3. Поршневой насос двойного действия

Принцип работы поршневого насоса двойного действия

При работе поршневого насоса двойного действия нагнетание происходит не только при движении поршня справа налево, как в поршневом насосе простого действия, но и при движении поршня слева направо. Вследствие этого производительность насоса возрастает, а неравномерность подачи снижается.

Производительность поршневого насоса двойного действия

$\dot{V} = (2 \cdot S - s) \cdot L \cdot n \cdot \eta_v$, где s – площадь сечения штока.

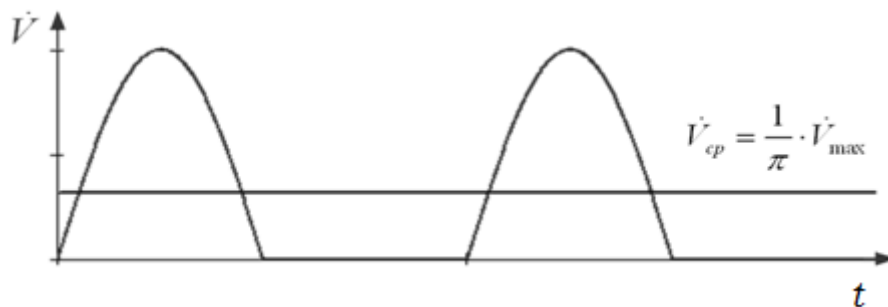


Рис.8.4. Диаграмма подачи жидкости поршневым насосом простого действия

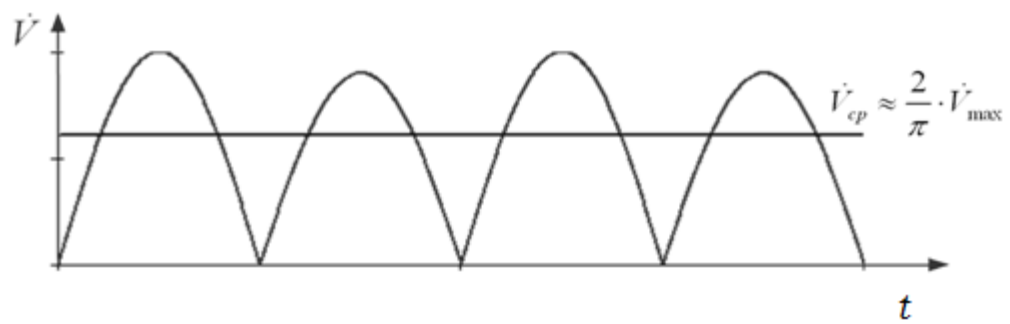


Рис.8.5. Диаграмма подачи жидкости поршневым насосом двойного действия

Плунжерный насос простого действия

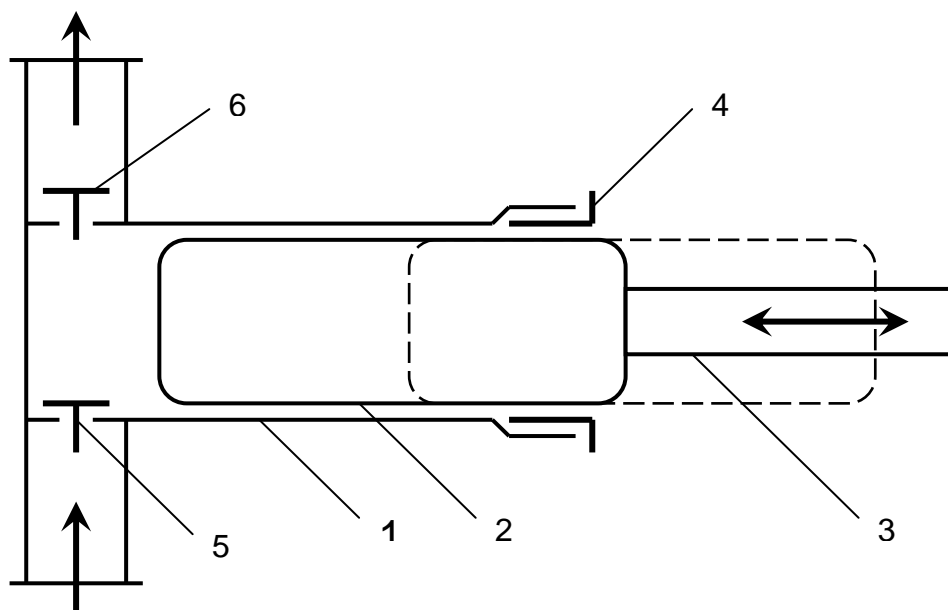


Рис.8.6. Схема горизонтального плунжерного насоса простого действия:

- 1 – цилиндр; 2 – поршень; 3 – шток; 4 – сальник;
5 – всасывающий клапан; 6 – нагнетательный клапан

Достоинства:

- наибольший из всех рассматриваемых насосов напор (до 10 000 м);
- простота конструкции;
- проблема герметичности стоит не столь остро по сравнению с поршневыми насосами.

Недостатки:

- низкая (по сравнению с динамическими насосами) производительность;
- неравномерность подачи (пульсации напора);
- низкий КПД вследствие инерции плунжера и высокого трения.

Области применения

Область применения плунжерных насосов в целом сходна с областью применения поршневых насосов, определяется значениями его номинальной производительности и напора. С этой точки зрения плунжерный насос может быть использован там, где не так важна производительность, но требуется высокий напор. Сальниковое уплотнение, обеспечивая герметичность насоса, позволяет использовать его при больших напорах, чем поршневые насосы. В то же время, большая инерция плунжера и высокое трение в

сальниковом уплотнении приводит к ещё большему, чем в поршневых насосах, снижению КПД.

Диафрагмовый (мембранный) насос

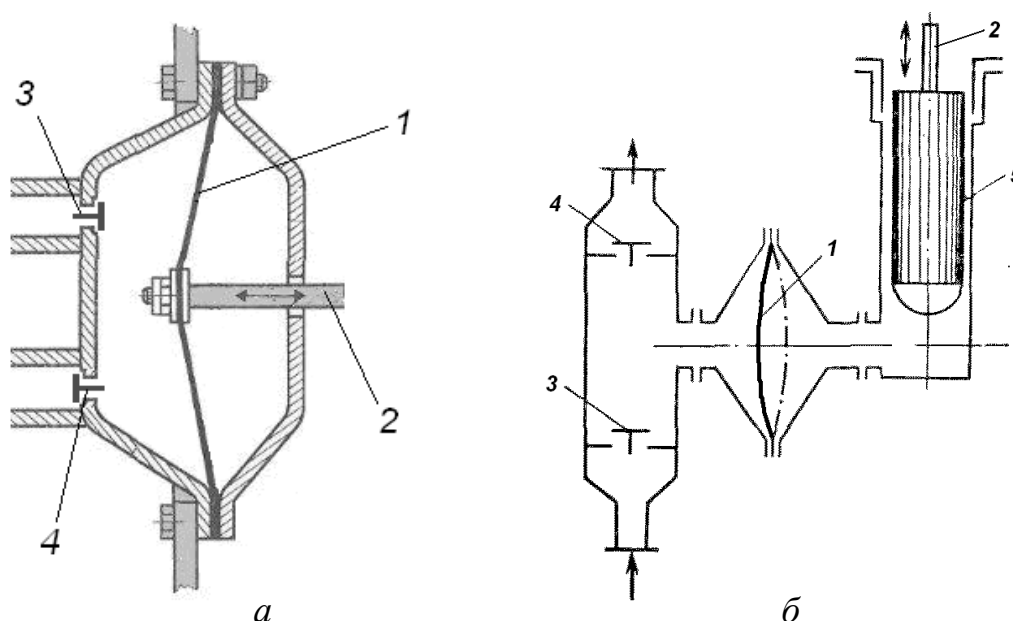


Рис. 8.7. Схема мембранного (а) и мембранно-плунжерного (б) насосов:

1 – мембрана; 2 – шток; 3 – всасывающий клапан; 4 – нагнетательный клапан; 5 – плунжер

Принцип работы

В диафрагмовом (мембранном) насосе роль поршня выполняет гибкая пластина – диафрагма (называемая также мембраной), закреплённая по краям и изгибающаяся под действием рычажного механизма или переменного давления среды. Во втором случае давление среды может создаваться сжатым воздухом, либо другим насосом, например, плунжерным. Таким образом, диафрагма может выполнять защитные функции, предохраняя плунжер или поршень насоса от контакта с перекачиваемой средой.

Достоинства:

Преимущество диафрагмового насоса перед поршневыми и плунжерными заключается в возможности перекачивания агрессивных и загрязнённых сред.

Недостатки:

Помимо присущих поршневым и плунжерным насосам недостатков, к недостаткам диафрагмового насоса следует добавить износ диафрагмы.

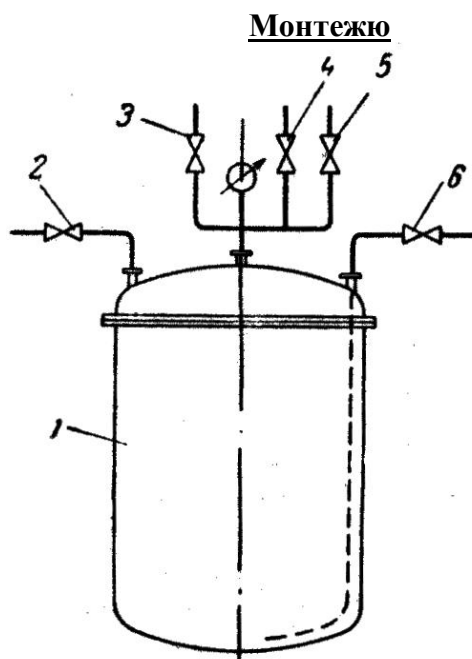


Рис. 8.8. Схема монтежю:

1 – корпус; 2 – линия подачи перекачиваемой жидкости; 3 – линия подачи сжатого газа; 4 – воздушник; 5 – линия вакуума; 6 – нагнетательный трубопровод

Принцип работы

Монтежю представляет собой горизонтальный или вертикальный цилиндрический резервуар с эллиптическими днищем и крышкой, стенки которого рассчитаны на давление до 5-10 кгс/см². Для перекачивания жидкости, периодически подаваемой по трубе 2, используется энергия сжатого воздуха или газа, не взаимодействующего с перекачиваемой жидкостью, подаваемого по трубе 3. Под давлением газа жидкость выходит из монтежю, поднимаясь по нагнетательной трубе 6. На время заполнения монтежю новой порцией жидкости подачу газа и нагнетательную трубу перекрывают, а давление сбрасывают.

Достоинства:

- простота устройства и отсутствие движущихся частей;
- возможность транспортировки загрязнённых жидкостей, суспензий и агрессивных жидкостей.

Недостатки:

- громоздкость;
- низкий КПД (не выше 15–20 %);
- периодичность работы или неравномерность подачи автоматических монтежю.

Шестерёнчатый насос

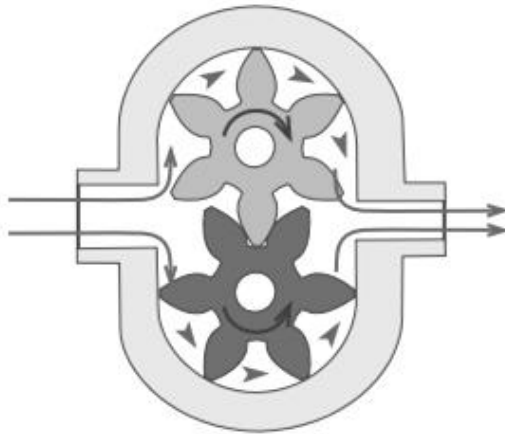


Рис.8.9. Схема шестерёнчатого насоса с внешним зацеплением

Принцип работы

Шестерёнчатый насос с внешним зацеплением работает следующим образом. Ведущая шестерня находится в постоянном зацеплении с ведомой и приводит её во вращательное движение. При вращении шестерён насоса в противоположные стороны в полости всасывания зубья, выходя из зацепления, образуют разрежение (вакуум). За счёт этого из всасывающей трубы в полость всасывания поступает рабочая жидкость, которая, заполняя впадины между зубьями обеих шестерён, перемещается зубьями вдоль цилиндрических стенок колодцев в корпусе и переносится из полости всасывания в полость нагнетания, где зубья шестерён, входя в зацепление, выталкивают жидкость из впадин в нагнетательный трубопровод. При этом между зубьями образуется плотный контакт, вследствие чего обратный перенос жидкости из полости нагнетания в полость всасывания невозможен.

Достоинства:

- высокий напор;
- простота конструкции и высокая надёжность;
- возможность перекачивания вязких жидкостей;
- способность работать при высокой частоте вращения;
- лучшая равномерность подачи в сравнении с поршневыми насосами;
- реверсивность – возможность менять направление перекачивания при изменении направления вращения шестерней.

Недостатки:

- невысокая производительность (не более $0,1 \text{ м}^3/\text{ч}$);
- нерегулируемость рабочего объёма.

Центробежный насос

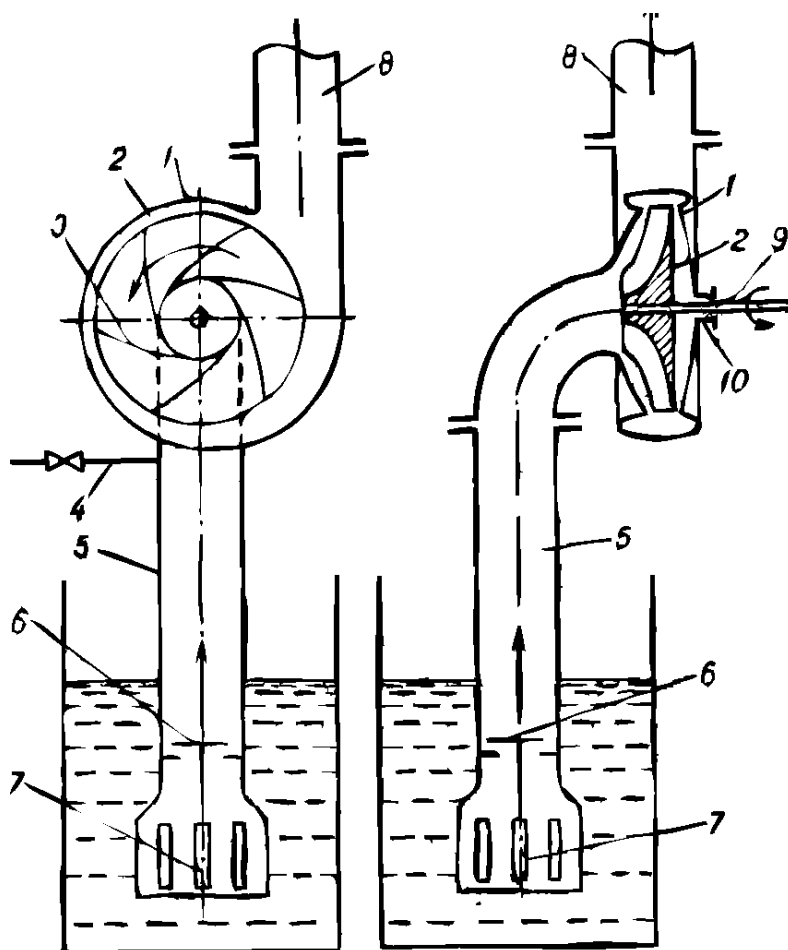


Рис. 8.10. Центробежный насос.

1 – корпус; 2 – рабочее колесо; 3 – лопатки; 4 – линия для залива насоса перед пуском; 5 – всасывающий трубопровод; 6 – обратный клапан; 7 – фильтр; 8 – нагнетательный трубопровод; 9 – вал; 10 – сальник.

Основным рабочим органом центробежного насоса является свободно вращающееся внутри спиралевидного (или улиткообразного) корпуса колесо, насаженное на вал. Между дисками колеса, соединяя их в единую конструкцию, находятся лопасти (лопатки), плавно изогнутые в сторону, противоположную направлению вращения колеса. Внутренние поверхности дисков и поверхности лопаток образуют межлопастные каналы колеса, которые при работе колеса заполнены перекачиваемой жидкостью. Всасывание и нагнетание жидкости происходит равномерно и непрерывно под действием центробежной силы, возникающей при вращении колеса.



Рис. 8.11. Одноступенчатый центробежный насос

Достоинства:

- Высокий кпд;
- Высокая производительность и равномерная подача;
- Простота устройства, высокая надежность и долговечность;
- Перекачивание загрязненных жидкостей и жидкостей, содержащих твердые взвешенные частицы;
- Компактность и быстроходность.

Недостатки:

- Низкий напор;
- Уменьшение производительности при увеличении сопротивления сети;
- Снижение кпд при уменьшении производительности;
- Непригодность при перекачивании высоковязких жидкостей

Применение: являются основными насосами химической промышленности.

Осевой (пропеллерный) насос

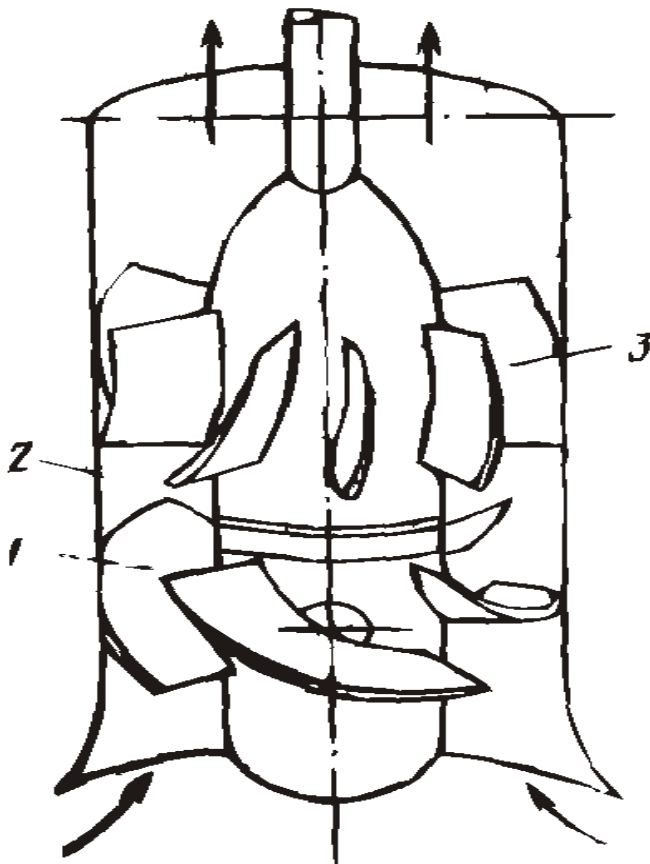


Рис. 8.12. Осевой насос

1 – рабочее колесо; 2 – корпус; 3 – направляющий аппарат.

Рабочее колесо 1 с лопатками винтового профиля при вращении в корпусе 2 сообщает жидкости движение в осевом направлении. При этом поток несколько закручивается. Для преобразования вращательного движения жидкости на выходе из колеса в поступательное в корпусе 2 устанавливают направляющий аппарат 3.

Достоинства:

- Высокий КПД;
- Плавная, непрерывная и высокая подача;
- Простота устройства;
- Высокая надежность и долговечность;
- Компактность и быстроходность.

Недостатки:

Небольшие напоры.

Применение:

- Перемещение больших объемов жидкостей при невысоких напорах;
- Перемещение загрязненных и кристаллизующихся жидкостей;
- В области больших подач (до 1500 м³/мин) при небольших напорах (до 10 – 15 м).