

Применение уже имеющихся стандартных решений в ходе практической инженерной деятельности позволяет существенно сократить общие трудозатраты. Не нужно, например, в полном объеме выполнять проектно-конструкторские расчеты, или проводить фундаментальные теоретические и экспериментальные исследования.

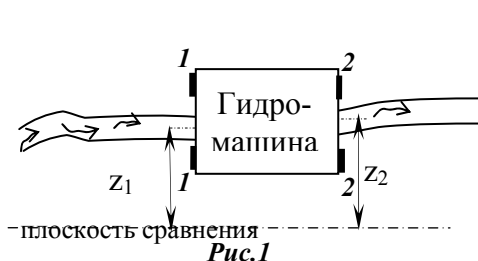
Но для того, чтобы использовать накопленные человечеством знания и опыт, необходимо знать соответствующую терминологию. Ведь объекты и явления (или проблему) необходимо вначале распознать, классифицировать и только потом, по параметрам, признакам, свойствам и т. п., сопоставлять с имеющимися решениями.

В общем случае *машина* (*machine* - франц., лат.) – устройство, выполняющее механические движения для преобразования энергии, материалов и информации, поэтому различают машины энергетические, рабочие (технологические и транспортные), и информационные. В дисциплине ОГМ и ГП рассматриваются энергетические машины - *(устройства, выполняющие механические движения для преобразования энергии)*.

Гидравлические машины (ГМ) - устройства, служащие для преобразования механической энергии входного звена в **энергию перемещаемой жидкости** (называют гидронасосами) или для преобразования **гидравлической** энергии потока жидкости в механическую энергию выходного звена (гидродвигатели).

Существуют различные способы классификации (по конструктивным особенностям, принципу действия, назначению и т. д.). Например, по *виду* преобразуемой энергии в ГМ. Дело в том, что исходя из теории гидропривода, *приращение* гидроэнергии в ГМ может происходить за счет кинетической и (или) потенциальной составляющих.

Для рассмотрения этого вопроса воспользуемся уравнением Бернулли для потока реальной (вязкой) жидкости, проходящей через ГМ (уравнение баланса энергии)



Сечение 1-1, вход в ГМ:

$$Z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha_1 \frac{v_{cp1}^2}{2g} = H_1.$$

Сечение 2-2, выход из ГМ: $Z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \alpha_2 \frac{v_{cp2}^2}{2g} = H_2.$

где H_1, H_2 ,- полные напоры потока в сечениях 1-1 и 2-2 соответственно

Z_1, Z_2 - геометрические высоты (геометр. напор) - характеризуют энергию положения,

$\frac{p_1}{\rho g}, \frac{p_2}{\rho g}$ - пьезометрические высоты (пьезометр. напор) - характеризуют энергию

давления

$\frac{v_{cp1}^2}{2g}, \frac{v_{cp2}^2}{2g}$ - скоростные высоты (скоростной напор), где α_1, α_2 - безразмерный

коэффициент Кориолиса, учитывающий неравномерность распределения скоростей (отношение действительной кинетической энергии потока в данном сечении к кинетической энергии того же потока и в том же сечении, но при равномерном распределении скоростей)

Здесь $z + \frac{p}{\rho g}$ - **потенциальная** составляющая удельной энергии потока, $\alpha \frac{v_{cp}^2}{2g}$ - **кинетическая** составляющая.

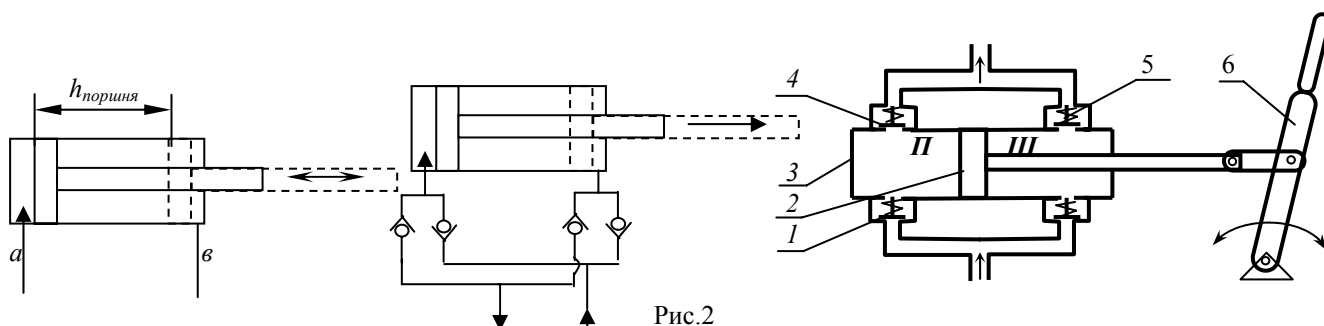
Поэтому различают ОГМ:

I - гидродинамические (лопастные), обеспечивающие приращение полной энергии жидкости в основном за счет изменения её **кинетической** составляющей (центробежные и осевые насосы, гидравлические турбины и пр.);

II-гидростатические (объёмные), обеспечивающие приращение полной энергии жидкости в основном за счет изменения её **потенциальной** составляющей. При этом: **преобразование энергии происходит в результате взаимодействия рабочей среды с рабочим органом внутри рабочей камеры.**

Под *рабочей камерой* понимается *пространство внутри ОГМ, ограниченное рабочими поверхностями деталей, периодически изменяющее свой объём и попеременно сообщаемое с местами входа и выхода рабочей среды.*

Для пояснения принципа действия сначала обратимся к простейшей ОГМ - гидроцилиндру, устройству, сообщающему выходному звену поступательное движение:



1,7-всасывающие клапаны; 2-поршень; 3-цилиндр; 4,5-нагнетательные клапаны; 6-привод; II, III - поршневая и штоковая полости.

Введя систему обратных клапанов и механический привод, получим поршневой насос двойного действия (так называемый пожарный насос).

При перемещении поршня вправо, объём полости II увеличивается, давление в ней уменьшается; открывая клапан 1. Жидкость из всасывающей магистрали начнёт заполнять

поршневою полостью (штоковая уменьшается). При движении поршня влево – в полости П начинается рост давления и открывается клапан 4, жидкость будет вытесняться в линию нагнетания. При этом объем штоковой полости увеличивается, давление в ней падает, открывается клапан 7 и жидкость из всасывающего трубопровода, поступает в полость Ш.

Общим принципом работы любой ОГМ является:

- вытеснение жидкости* рабочими органами из *замкнутого объема* - рабочей камеры;
- циклическое изменение объемов* рабочих камер при движении звеньев, формирующих рабочие отсеки (порционная и неравномерная подача – пульсация);
- периодическое подключение к системе* (т.е. герметичность входа от выхода, тогда как лопастные ГМ - проточные).

Свойства ОГМ

К *общим свойствам объемных машин*, которые обусловлены их принципом действия и отличают их от насосов лопастных, относятся следующие:

1. **Цикличность рабочего процесса** и связанная с ней неравномерность подачи (её порционность, - подача объемного насоса осуществляется не равномерным потоком, а порциями, каждая из которых соответствует подаче одной рабочей камеры;

2. **Герметичность** насоса, т. е. постоянное отделение напорного трубопровода от всасывающего (лопастные насосы герметичностью не обладают, а являются проточными).

3. **Самовсасывание**, т. е. способность объемного насоса создавать вакуум во всасывающем трубопроводе, заполненном воздухом, достаточный для подъема жидкости во всасывающем трубопроводе до уровня расположения насоса. Высота всасывания жидкости при этом не может быть больше предельно допустимой. Лопастные насосы без специальных приспособлений не являются самовсасывающими.

4. **Жесткость характеристики**, т. е. крутизна ее в системе координат напора H (или давления p) по подаче Q , что означает малую зависимость подачи насоса Q от развиваемого им давления. Идеальная подача совсем не зависит от давления насоса (в то время, как характеристики лопастных насосов обычно пологие).

5. **Независимость давления**, создаваемого объемным насосом, от скорости движения рабочего органа насоса и скорости жидкости. В принципе, при работе на несжимаемой жидкости, объемный насос, обладающий идеальным уплотнением, способен создавать сколь угодно высокое давление, обусловленное нагрузкой, при сколь угодно малой скорости движения вытеснителей. Для получения высоких давлений с помощью лопастного насоса требуются большие частоты вращения колеса и большие скорости жидкости.

Классификация, представленная на рис. 3, позволяет получить общее представление о многообразии машин данного типа и области их применения, но не является ни единственной, ни окончательной. Дальнейшую структуризацию будем осуществлять по мере освоения материала.

В зависимости от того, меняет ли своё пространственное положение рабочая камера в

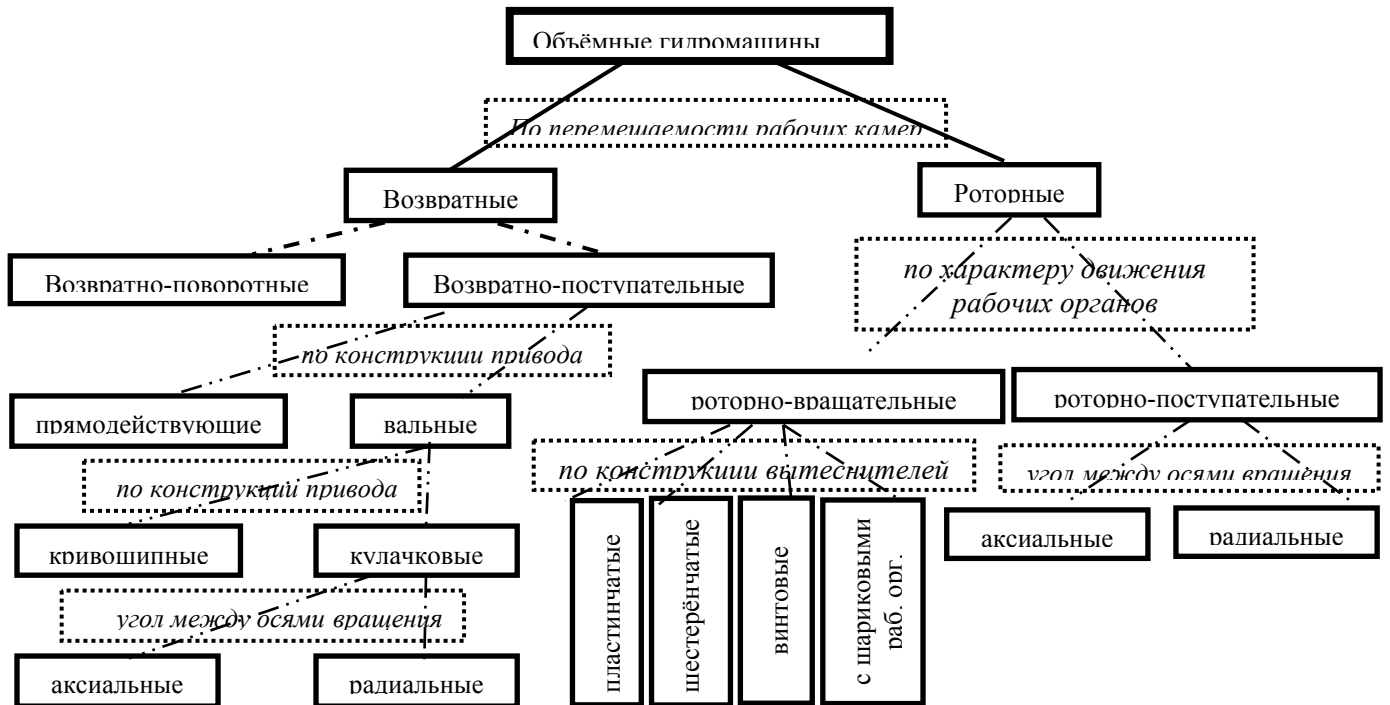


Рис.3 Классификационная схема ОГМ

процессе работы, ОГМ делятся на два класса: **возвратные** (см. рис.1) (рабочая камера неподвижна) и **роторные** (рабочая камера подвижна).

По характеру движения входного звена **возвратные** ОГМ разделяют на **прямодействующие** (с возвратно-поступательным движением входного звена) и **вальные** (с вращательным движением входного звена).

Вальные делятся на **кривошипные** и **кулачковые**.

Кулачковые подразделяются на **аксиальные** (рис.4) (угол между осью вращения приводного элемента и осью рабочего органа от 0^0 до 45^0) и **радиальные** (угол от 45^0 до 90^0).

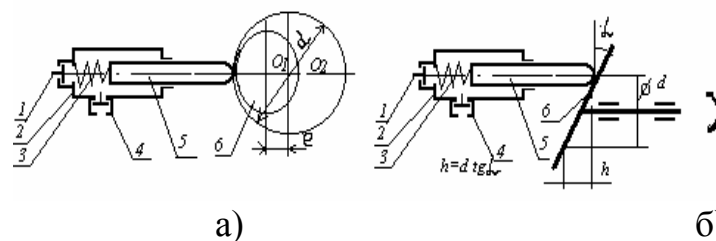


Рис.4 Радиальные и аксиальные кулачковые ОГМ (а и б соответственно): 1 нагнетательный клапан; 2- цилиндр 3-пружина; 4-всасывающий клапан; 5-поршень; 6-привод.

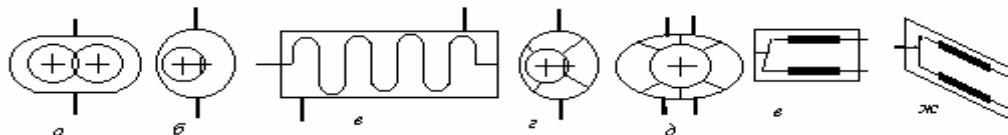


Рис.5 Роторные ОГМ: а, б- шестерёнчатые с внешним и внутренним зацеплением; в- винтовые, г, д - пластинчатые одно-двукратного действия; е, ж -аксиально-поршневые с наклонным диском и блоком.

В **роторных** рабочие камеры *перемещаются*, а рабочие органы совершают вращательное (роторно-вращательное) или вращательно-поступательное (роторно- поступательное) движение. Отсутствие всасывающих и нагнетательных клапанов в роторных насосах является **основной конструктивной особенностью**, которая отличает их от поршневых гидромашин.

Роторно-вращательные насосы разделяют далее по конструкции вытеснителей (рабочих органов - шестерен, винтов, пластин, шариков).

Пластинчатые машины (замкнутые изменяемые объёмы образованы внутренней поверхностью статора, наружной поверхностью ротора, торцевыми поверхностями и двумя соседними пластинами, совершающими одновременно с вращательным и возвратно-поступательное движение, перемещаются вокруг некоторой оси).

Шестеренные ОГМ внешнего и внутреннего зацепления (пара зацепляющихся цилиндрических шестерен помещена в плотно обхватывающий их корпус. В корпусе, в местах входа шестерён в зацепление и выхода из него имеются каналы, через которые осуществляется подвод (всасывание) и отвод (нагнетание) жидкости).

Винтовые ОГМ (ротор имеет форму винта, который одновременно выполняет функцию вытеснителя, а жидкость в насосе перемещается вдоль осей вращения винтов).

Роторно-поршневые насосы по расположению рабочих камер делятся на **радиально-** и **аксиально-**поршневые. Рабочие камеры их образованы поверхностями цилиндров и поршней, а оси поршней параллельны оси блока цилиндров или составляют с ней угол не более 45° .

Аксиально-поршневые гидромашины (АПГМ) далее подразделяются на **плунжерные** (бесшатунные) и **поршневые** (шатунные).

Поршневые АПГМ (шатунные) подразделяются на ГМ с **наклонным диском** и с **наклонным блоком цилиндров**.

ОГМ также разделяются на машины с регулируемым и нерегулируемым рабочими объёмами.

Основными свойствами **роторных** насосов, вытекающими из специфики их рабочего процесса, и отличающими их от **поршневых**, являются следующие:

1. Обратимость, т. е. способность гидронасосов работать в качестве гидродвигателей (гидромоторов) и наоборот. Поршневые насосы этой способностью не обладают.

2. Большая быстроходность. Максимально допустимые значения частоты вращения для роторных насосов $n=2000...5000$ об/мин, причем нижний предел соответствует большим насосам, а верхний - малым. Для поршневых насосов эти значения в несколько раз меньше.

3. Способность работать только на чистых (отфильтрованных и не содержащих абразивных и металлических частиц), **неагрессивных и смазывающих жидкостях.** Эти требования к жидкости обусловлены малыми зазорами в роторном насосе и трением между обработанными по высшим классам точности и чистоты поверхностями статора, ротора и вытеснителей.

Если первые два свойства роторных насосов являются их преимуществом, то третье свойство ограничивает применение этих насосов. Работа насосов на воде не целесообразна, так как вода вызывает коррозию и ведет к быстрому изнашиванию рабочих органов.