

## ЛЕКЦИЯ №11 НАЗНАЧЕНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И УСТРОЙСТВО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Гидропривод – совокупность гидравлических устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов и машин с помощью рабочей жидкости под давлением.

Гидроприводы бывают двух типов:

- гидродинамические;
- объемные.

В гидродинамических приводах используется кинетическая энергия потока жидкости. В объемных гидроприводах используется потенциальная энергия давления рабочей жидкости.

Объемным гидропривод называется потому, что передача движения от источника энергии (насоса) к исполнительному механизму (гидродвигателю) осуществляется за счет перемещающихся внутри системы объемов жидкости, т.е. рабочая жидкость обеспечивает кинематические связи (перемещение, скорость) в системе путем вытеснения замкнутых объемов жидкости.

В гидродинамическом приводе, в отличие от объемного, жидкость обеспечивает силовые связи.

В состав объемного гидропривода (рисунок 11.1) входят следующие устройства:

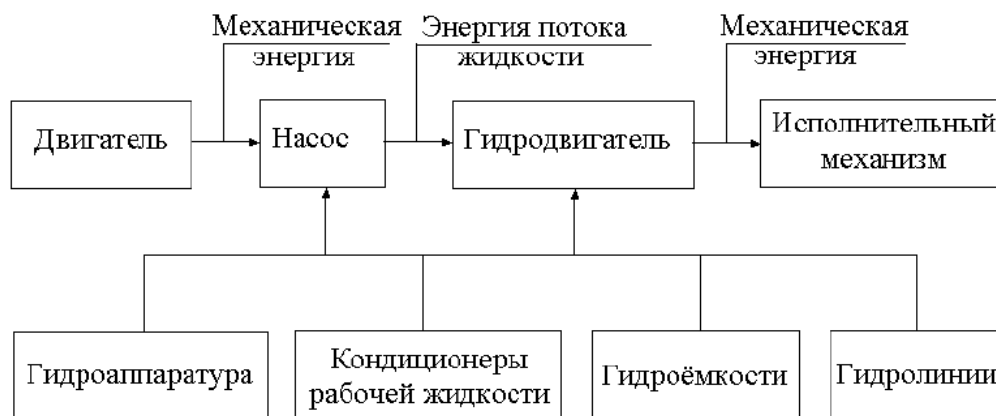


Рисунок 11.1- Функциональная схема гидравлического привода

- один или несколько насосов;
- один или несколько гидродвигателей (гидроцилиндров, гидромоторов, поворотных гидродвигателей);
- гидроаппаратура (клапаны, дроссели, гидрораспределители и др.);
- кондиционеры рабочей жидкости (фильтры, теплообменники и др.);
- гидроёмкости (гидробаки, гидроаккумуляторы);
- гидролинии.

Объемные гидродвигатели (гидроцилиндры, гидромоторы и поворотные гидродвигатели) преобразуют энергию потока рабочей жидкости в механическую энергию выходных звеньев (исполнительных механизмов) привода.

Гидроаппараты (клапаны, дроссели, распределители) предназначены для управления потоком рабочей жидкости. Под этим понимается изменение или поддержание заданных значений давления или расхода рабочей жидкости, либо изменение направления, пуск и остановка потока рабочей жидкости, а также открытие или перекрытие отдельных гидролиний. При помощи гидроаппаратуры осуществляется управление гидроприводом и его защита от перегрузок.

Кондиционеры рабочей жидкости обеспечивают поддержание ее необходимых качественных показателей и состояния. К ним относятся фильтры, теплообменники (охлаждающие и нагреватели), влагоотделители и др.

Гидроемкости (гидробаки, гидроаккумуляторы) служат для хранения рабочей жидкости, которая используется в процессе работы гидропривода.

Гидролинии предназначены для движения рабочей жидкости или передачи давления от одного устройства гидропривода к другому или внутри устройства от одной полости (камеры) к другой. Различают гидролинии всасывающие, напорные, сливные, исполнительные, дренажные, управления и каналы. Конструктивно гидролинии представляют собой трубы, рукава, каналы и соединения. Все гидравлические устройства должны быть оснащены уплотнениями для герметизации соединений.

Принцип действия объемного гидропривода основан:

- на практической несжимаемости рабочей жидкости (высоком модуле объемной упругости рабочей жидкости, который находится в пределах 1350...1750 МПа для минеральных масел, применяемых в гидроприводах);
- использовании закона Паскаля («Внешнее давление, производимое на жидкость, заключенную в закрытом сосуде, передается жидкостью во все точки без изменения»);
- применении уравнения Бернулли, учитывающего течение реальной жидкости и гидравлические сопротивления в гидросистеме.

Причем для большинства практических инженерных расчетов в уравнении Бернулли можно пренебрегать геометрическим и скоростным напорами ввиду их малости.

Рассмотрим схему простейшего объемного гидропривода (рисунок 11.2).

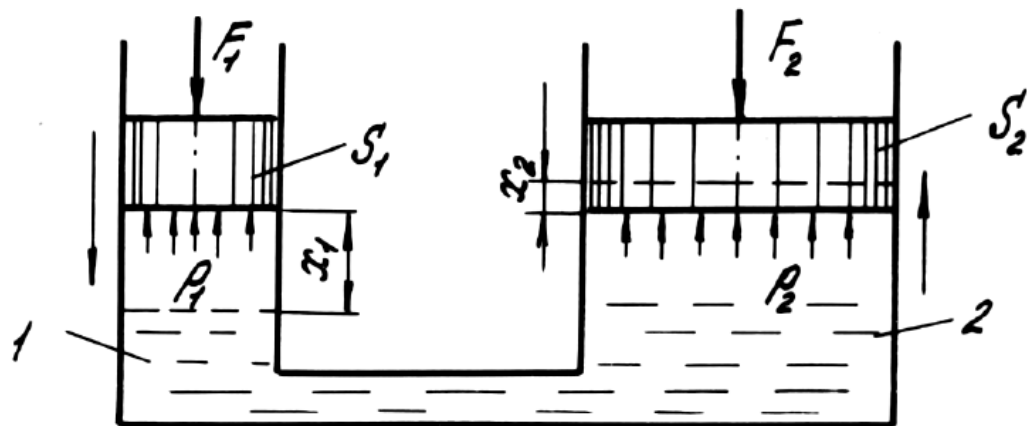


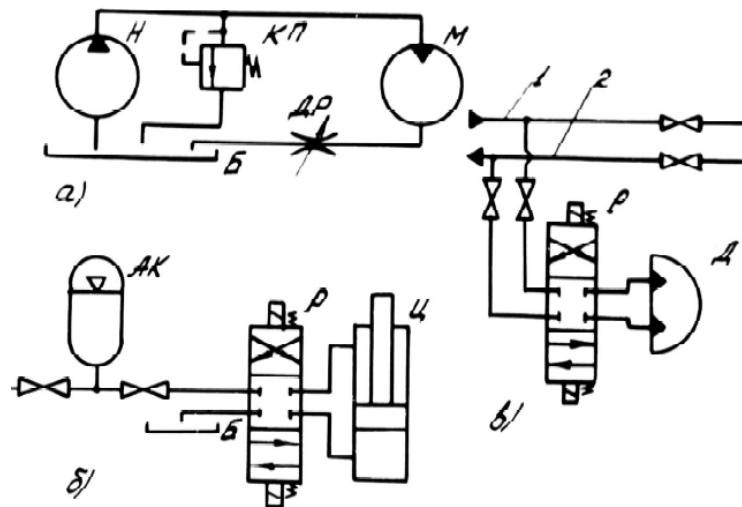
Рисунок 11.2 - Принципиальная схема простейшего объемного гидропривода

На поршень цилиндра 1 (входное звено) действует сила  $F_1$ , на поршень цилиндра 2 (выходное звено) – внешняя нагрузка  $F_2$ . При перемещении поршня в цилиндре 1 рабочая жидкость из него вытесняется в цилиндр 2, приводя его поршень в движение.

В соответствии с законом Паскаля (в идеальных условиях) давление  $p_1 = F_1/S_1$  в цилиндре 1 и давление  $p_2$  в цилиндре 2 будут одинаковыми.

Так как жидкость считается несжимаемой, то вытесняемые объемы жидкости в цилиндрах 1 ( $x_1 \cdot S_1$ ) и 2 ( $x_2 \cdot S_2$ ) так же будут одинаковыми.

По виду источника подачи рабочей жидкости гидроприводы разделяют на насосные (рис. 11.3, а), аккумуляторные (рис. 11.3, б), магистральные (рис. 11.3, в), безнасосные.



а – насосный; б – аккумуляторный; в – магистральный

Рисунок 11.3 - Принципиальные схемы объемных гидроприводов:

**В насосном гидроприводе** рабочая жидкость подается в гидродвигатель (гидромотор) М насосом Н, входящим в состав этого привода. Насосные гидроприводы получили наибольшее применение.

**В аккумуляторном гидроприводе** рабочая жидкость от пневмоаккумулятора АК поступает в гидродвигатель, в данном случае в гидроцилиндр Ц. Пневмоаккумулятор АК предварительно заряжен от внешнего источника, не входящего в состав гидропривода.

В магистральных гидроприводах рабочая жидкость поступает в гидродвигатель, в данном случае в поворотный гидродвигатель, по напорной гидролинии 1, а отводится по сливной гидролинии 2. В гидролинию 1 рабочая жидкость подается от отдельной насосной станции, обслуживающей несколько гидроприводов, которые не связаны между собой

По характеру движения выходного звена различают следующие гидроприводы: поступательного, вращательного, поворотного движения. В гидроприводе поступательного движения объемным гидродвигателем является гидроцилиндр (рисунок 11.3, б), в гидроприводе вращательного движения (рисунок 11.3, а) – гидромотор М, в гидроприводе поворотного движения (рисунок 1.3, в) – поворотный гидродвигатель.

По возможности регулирования объемные гидроприводы подразделяют на регулируемые и нерегулируемые.

Регулируемым называют гидропривод, в котором скорость движения выходного звена (регулируемый параметр) гидродвигателя может изменяться по заданному закону или желанию оператора. Эти гидроприводы дополнительно подразделяют:

- по конструкции регулирующего устройства – с объемным или дроссельным регулированием;
- способу регулирования – с автоматическим и ручным регулированием;
- задачам регулирования – стабилизированные, программные и следящие.

В гидроприводах с дроссельным регулированием скорость движения выходного звена гидродвигателя изменяется с помощью регулирующих гидроаппаратов (дросселей), а в гидроприводах с объемным (машинным) регулированием – с помощью регулируемых гидромашин.

В стабилизированном гидроприводе скорость движения выходного звена поддерживается постоянной, в программном гидроприводе – изменяется по заранее заданной программе, а в следящем гидроприводе изменяется по определенному закону в зависимости от внешнего воздействия, величина которого заранее неизвестна.

Регулирование скорости движения выходного звена может быть ступенчатым и бесступенчатым. Ступенчатое регулирование осуществляется ступенчатым изменением подачи (расхода) рабочей жидкости. Например, последовательным включением или отключением нескольких насосов постоянной производительности.

Бесступенчатое регулирование осуществляется регулируемым насосом или гидродвигателем (объемное регулирование), дроссельным регулированием, а также комбинированным способом.

Нерегулируемые гидроприводы имеют постоянную скорость движения выходных звеньев гидродвигателей.

По виду циркуляции рабочей жидкости различают гидроприводы с замкнутой и разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости.

В гидроприводе с замкнутой циркуляцией рабочая жидкость от гидродвигателя поступает непосредственно во всасывающую гидролинию насоса.

Преимуществами такого гидропривода являются:

- уменьшение объема рабочей жидкости;
- компактность из-за отсутствия гидробаков;
- возможность применения реверсивных насосов для изменения направления движения выходного звена гидродвигателя;
- наличие систем подпора рабочей жидкости улучшает условия всасывания насоса и обеспечивает высокую равномерность движения выходного звена гидродвигателя;
- хорошие условия защиты рабочей жидкости и элементов гидропривода от попадания в неё загрязняющих частиц из внешней среды;
- возможность установки фильтра на всасывающей гидролинии насоса;

- улучшаются условия работы жидкости в гидросистеме за счёт уменьшения количества растворённого воздуха или газа.

Недостаток гидропривода с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости – сложность её охлаждения.

В гидроприводе с разомкнутой циркуляцией (рисунок 11.3а) рабочая жидкость от гидродвигателя поступает в гидробак.

Преимущества такого гидропривода:

- хорошие условия для естественного охлаждения рабочей жидкости в гидробаке;

- возможность работы нескольких гидродвигателей от одного насоса.

К недостаткам гидропривода с разомкнутой циркуляцией следует отнести ненадёжную защиту рабочей жидкости от попадания в неё загрязняющих частиц из внешней среды, возможность проникновения воздуха в гидросистему.

Основными параметрами объемного гидропривода являются: давление  $p$ , расход  $Q$  (для насосов – подача), мощность  $N$ , полный КПД  $\eta$  и выходные параметры гидродвигателей исполнительного механизма: величины крутящих моментов и скоростей вращения вала – для гидромоторов (и поворотных гидродвигателей); значения усилий на штоках и скоростей перемещения штоков – для гидроцилиндров.

Давление может быть номинальным, максимальным и рабочим. Под номинальным понимается давление, при котором гидрооборудование работает в течение заданного срока службы с сохранением параметров в пределах установленных норм.

Под максимальным давлением понимается наибольшее давление, при котором допускается кратковременная работа гидрооборудования. На максимальное давление настраивается предохранительный клапан.

Рабочее давление – текущее фактическое давление, существующее в гидросистеме при наличии определённого сопротивления.

Гидравлические приводы широко применяются во многих отраслях техники, где позволяют решать целый ряд задач, связанных с механизацией и автоматизацией трудоёмких процессов (рис. 11.4).



Рисунок 11.4 – Область применения гидропривода

Большинство мобильных машин имеют гидроприводы, что обусловлено простотой и удобством управления, независимым расположением узлов привода, надёжным предохранением привода от перегрузок, простотой реверсирования и взаимного преобразования вращательного и поступательного движений приводных и исполнительных механизмов, а также сравнительно малой массой и габаритами.

Применение следящего гидропривода, например, в экскаваторах, позволяет, кроме того, резко увеличить эффективность планировочных работ, так как в этом случае исключаются дорогостоящие ручные операции.

В последние годы изменилась тенденция использования гидроприводов в гидравлических ударных устройствах – новом виде рабочего оборудования активного действия для строительно-дорожных машин, и активной виброзащиты водителей тракторов и транспортных машин.

Большое распространение гидропривод получил в системах самолётов и ракет: для управления аэродинамическими и газовыми рулями, в механизмах изменения геометрии крыла, для механизации управления шасси и в наземных установках обеспечения и запуска летательных аппаратов.

Широко используется гидропривод в сельскохозяйственных машинах, как в системах рулевого управления комбайнами, тракторами, так и в системах управления навесными орудиями.

В станкостроении гидропривод применяется в большинстве автоматических линий и копировальных станков. В кузнечнопрессовом оборудовании – в качестве силовых приводов и молотов; в водном транспорте – в качестве силовых приводов гребных установок, для поворота рулей судов и в других механизмах.

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Галдин Н.С. Гидравлические машины, объемный гидропривод: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 272 с.
2. Ефимова, С. Г. Гидравлика, гидро- и пневмопривод : учебное пособие / С. Г. Ефимова, В. Т. Чупров ; Сыкт. лесн. ин-т. – Сыктывкар : СЛИ, 2013. – 84 с.