

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ПОСОБИЕ

**для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»**

Гомель 2009

УДК 658.512.2(075.8)
ББК 74.580.21я73
В24

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 24.04.2009 г.)*

Составители: *А. В. Михневич, Н. Н. Михневич*

Рецензент: зав. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
канд. техн. наук *М. П. Кульгейко*

Введение в инженерное образование : пособие для студентов специальности 1-36 01 07
В24 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / сост.: А. В. Михневич,
Н. Н. Михневич. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 90 с. – Систем. требования: РС
не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98
и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Содержатся необходимые сведения для первоначального ознакомления студентов с основами гидромеханики, устройством и принципом действия гидромашин, гидроприводов и средств гидропневмоавтоматики, позволяющие в последующем легче усваивать специальные дисциплины.

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин».

УДК 658.512.2(075.8)
ББК 74.580.21я73

- © Михневич А. В., Михневич Н. Н.,
составление, 2009
- © Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

Содержание

Введение

1. Основные понятия
2. Основной принцип действия гидросистемы
3. Применение гидравлики в различных отраслях
4. Гидронасосы и гидромоторы
 5. Гидроцилиндры
 6. Поворотный гидропривод
 7. Запорные клапаны
 8. Распределители
 9. Клапаны давления
 10. Поточные клапаны (дроссели)
 11. Сервоклапаны
 12. Гидроаккумуляторы
 13. Фильтры
 14. Теплообменник
 15. Гидроагрегаты и гидроустановки
 16. Принципиальные схемы гидросистем

Введение

Гидравлика прочно вошла в нашу жизнь в качестве нового, отлично зарекомендовавшего себя способа передачи энергии. Роль гидравлических и пневматических приводов и систем управления и регулирования постоянно повышается в процессе автоматизации и механизации производства.

Большинство современных высокопроизводительных станков и установок частично или полностью работают на гидравлическом или пневматическом управлении. Именно благодаря применению гидравлических и пневматических систем управления удалось достигнуть столь высокой степени автоматизации производства.

1. Основные понятия

Слово "гидравлика" происходит от греческого "гидро", что означает "вода". Это

понятие включает в себя все законы, связанные с водной средой.

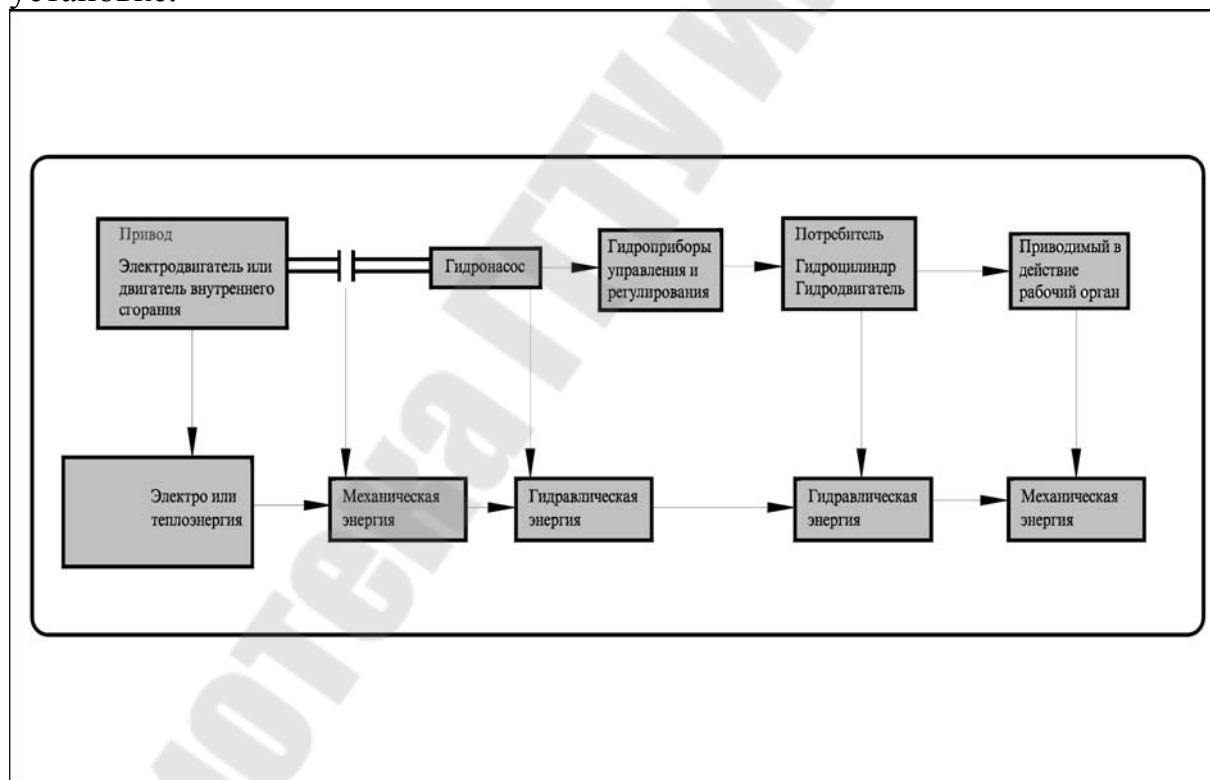
В наши дни понятие "гидравлика" включает в себя передачу и регулирование

сил и движений с помощью жидкостей. То есть в качестве среды, передающей энергию, используется жидкость. В большинстве случаев применяются минеральные масла. Однако, возможно применение синтетических жидкостей, воды или эмульсий из воды и масел.

В гидромеханике (механике движения жидкостей) можно выделить два раздела.

Это **гидростатика**, занимающаяся изучением покоящихся жидкостей (учение о равновесных состояниях жидкостей), и **гидродинамика**, занимающаяся изучением движения жидкостей (теория потока).

Ниже приводится схема преобразования энергии в гидравлической установке.



Разумеется, кроме гидравлики существуют другие способы передачи энергии, например:

- механический способ (с помощью механизма передачи, вала, кривошипно-шатунного механизма и т.д.);

- электрический способ (с помощью асинхронных двигателей, электродвигателей с прямолинейно движущимся ротором, двигателей бегущей волны, двигателей Горке и т.д.);

- электронный способ (с помощью усилителей и электронных преобразователей);

- пневматический способ (похожий на гидравлический, где для передачи энергии используется воздух).

Каждый из этих способов применяется в определенных областях. Но в некоторых случаях возможно применение нескольких способов.

Гидравлическое регулирование и гидравлический привод обладают рядом преимуществ.

Это:

- возможность развить большое усилие (крутящий момент) при относительно малом объеме двигателя, то есть высокая энергонасыщенность;

- автоматическое реверсирование подачи;

- перемещение рабочего органа осуществляется из состояния покоя при полной нагрузке;

- бесступенчатое и простое регулирование и управление скоростью, крутящего момента и подъемной силы;

- надежное и простое предохранение от перегрузки;

- возможность выполнения быстрых и также медленных высокоточных операций;

- сравнительно простая аккумуляция энергии с помощью газов;

- возможность применения высокорентабельных централизованных систем приводов в сочетании с децентрализованным преобразованием гидравлической энергии в механическую.

Масса, давление, сила.

Определения и расчеты даются в соответствии с международной системой единиц (SI).

Масса (следует понимать количество материала) 1 кг на земле обладает силой тяжести 1 кгс.

Согласно основному закону Ньютона

$$F = m \cdot a$$

где сила = масса x ускорение

Согласно прежней системе измерений земное ускорение g принималось за общее ускорение a :

$$F = m \cdot g$$

$$1 \text{ кгс} = 1 \text{ кг} \cdot 9,81 \text{ м/с}^2 = 9,81 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2$$

По международной системе SI сила F измеряется в ньютонах (н).

$$1 \text{ н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2 = 1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}^2$$

Таким образом $1 \text{ кгс} = 9,81 \text{ н}$

Практически достаточно формулы

$$1 \text{ кгс} \approx 10 \text{ н} = 1 \text{ дан}$$

По закону нельзя больше использовать единицу "кгс".

Давление является одной из самых важных величин гидравлики. Его следует определить как силу, действующую на единицу поверхности.

$$P = F/A$$

P = давление в барах

F = сила в ньютонах

A - площадь в см^2

Раньше давление измерялось в кгс/см^2

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 1 \text{ ат. (1 атмосфера)}$$

В настоящее время в качестве единицы измерения силы применяется ньютон (н).

Таким образом получим:

$$1 \text{ бар} = 10 \text{ н/см}^2 = 1 \text{ дан/см}^2$$

$$1 \text{ бар} = 1,02 \text{ кгс/см}^2$$

$$1 \text{ кгс/см}^2 = 0,98 \text{ бар}$$

Подставив в уравнение основные единицы силы (н) и площади (м^2) мы получим единицу измерения давления паскаль (Па)

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ н/м}^2$$

Поскольку при применении единицы давления "паскаль" „получаются большие цифровые значения, ее заменяют бар

$$1 \text{ бар} = 100\,000 \text{ Па}$$

В качестве единицы измерения давления встречается еще и лев (фунт силы, на дюйм поверхности)

$$1 \text{ бар} = 14,5 \text{ psi}$$

Пояснение:

эта единица измерения в международной системе единиц СИ отсутствует.

Под давлением в барах по системе СИ следует понимать абсолютное давление.

1.1. Гидростатика (законы покоящихся жидкостей)

Гидростатическое давление (давление силы тяжести).

Как правило, в гидравлике рабочее давление обозначается буквой

p . При

этом имеется в виду избыточное давление

Внутри столба жидкости под тяжестью массы жидкости, действующей на определенную площадь, возникает давление. Давление зависит от высоты столба жидкости (h), плотности (ρ) и ускорения земного притяжения (g).

Гидростатическое давление на глубине h :

$$p = \rho g h.$$

Если рассматривать различные формы сосудов, наполненных однородной

жидкостью, то давление в какой-то определенной точке будет зависеть только от высоты столба жидкости.

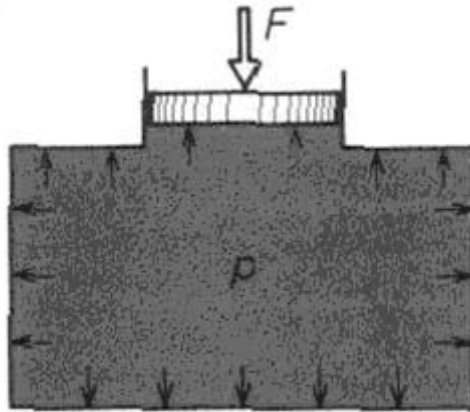


Рис.1.

Если на свободную поверхность A , находящейся в замкнутом контуре жидкости (рис1), действует сила F , то в жидкости возникает давление:

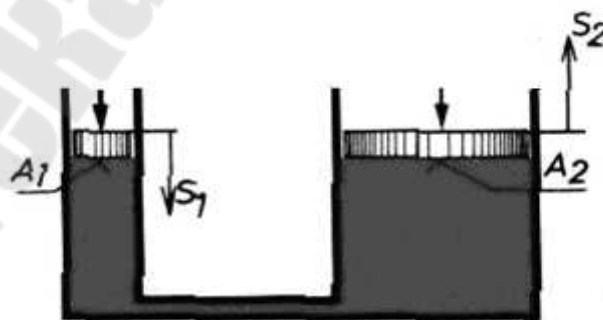
$$p = F/A.$$

Величина давления зависит от величины силы, направленной перпендикулярно поверхности, на которую действует сила.

Давление равномерно распределяется во все стороны, т.е. оно одинаково в любой точке. При этом внешнее (гидростатическое) давление в гидросистемах обычно не учитывается, т.к. в гидросистемах мы имеем дела с большими величинами давления, при которых внешнее давление ничтожно мало.

10 м водного столба \approx 1 бар.

Передача силы гидравлическим способом.



$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{F_2}{F_1}$$

Рис.2.

Поскольку давление равномерно распространяется во все стороны, форма сосуда не играет роли. Для работы с давлением, возникшим под действием внешних сил, применим систему, изображенную на рис.2. Если

мы с силой F_1 будем давить на поверхность A_1 , то получим давление $p = F_1/A_1$. Давление p действует в любой точке системы, то есть и на поверхности A_2 . Полученная сила (соответствует поднимаемому грузу): $F_2 = p \cdot A_2$;

то есть $F_1/A_1 = F_2/A_2$ или $F_2/F_1 = A_2/A_1$.

Отношение сил равно отношению площади поверхностей.

Принцип передачи давления

Два поршня различных размеров соединены друг с другом поршневым штоком.

Если на поверхность A_1 действует давление p_1 , то на большом поршне возникает сила F_1 .

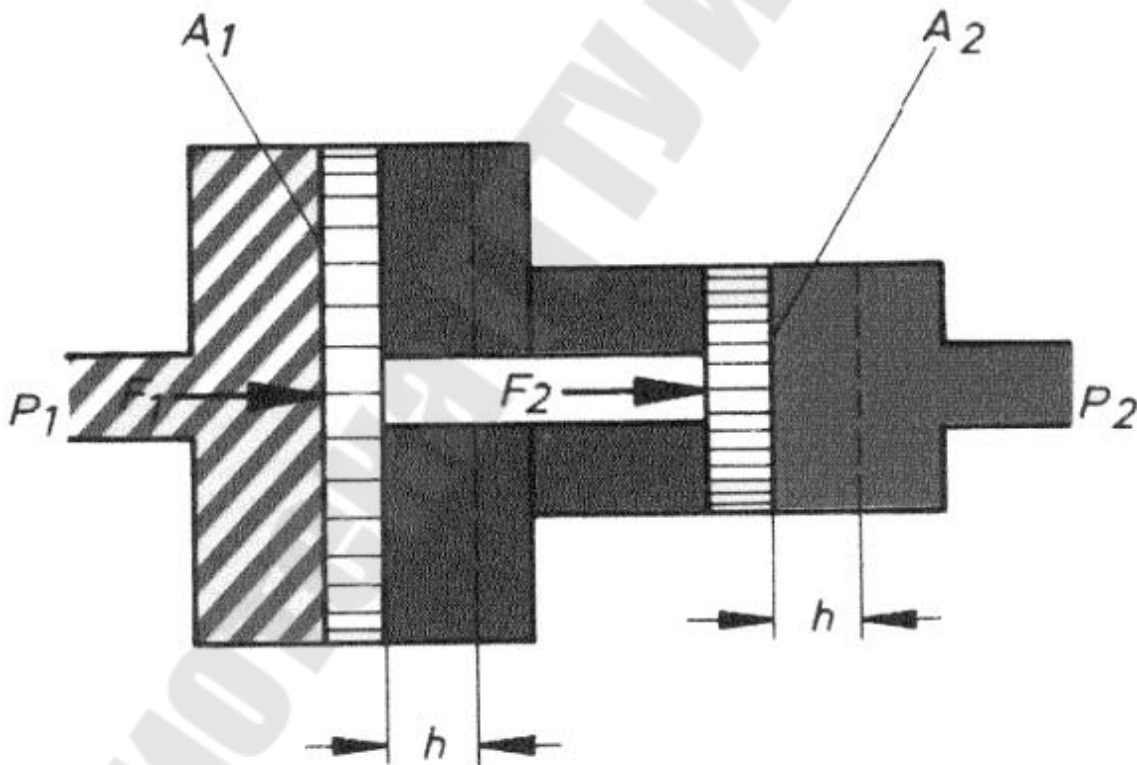


Рис.3.

Сила F_1 с помощью штока передается на малый поршень. Эта сила действует теперь на поверхность A_2 . В результате возникает давление p_2 (рис.3). Без учета потерь на трения получим:

$$F_1 = F_2 = F; \quad p_1 \cdot A_1 = p_2 \cdot A_2.$$

То есть $p_1 \cdot A_1 = F_1; \quad p_2 \cdot A_2 = F_2;$ или $p_1/p_2 = A_2/A_1.$

При передаче давления отношение величин давления обратно пропорционально отношению площадей поверхностей.

1.2. Гидродинамика (Законы движения жидкостей) Закон расхода потока

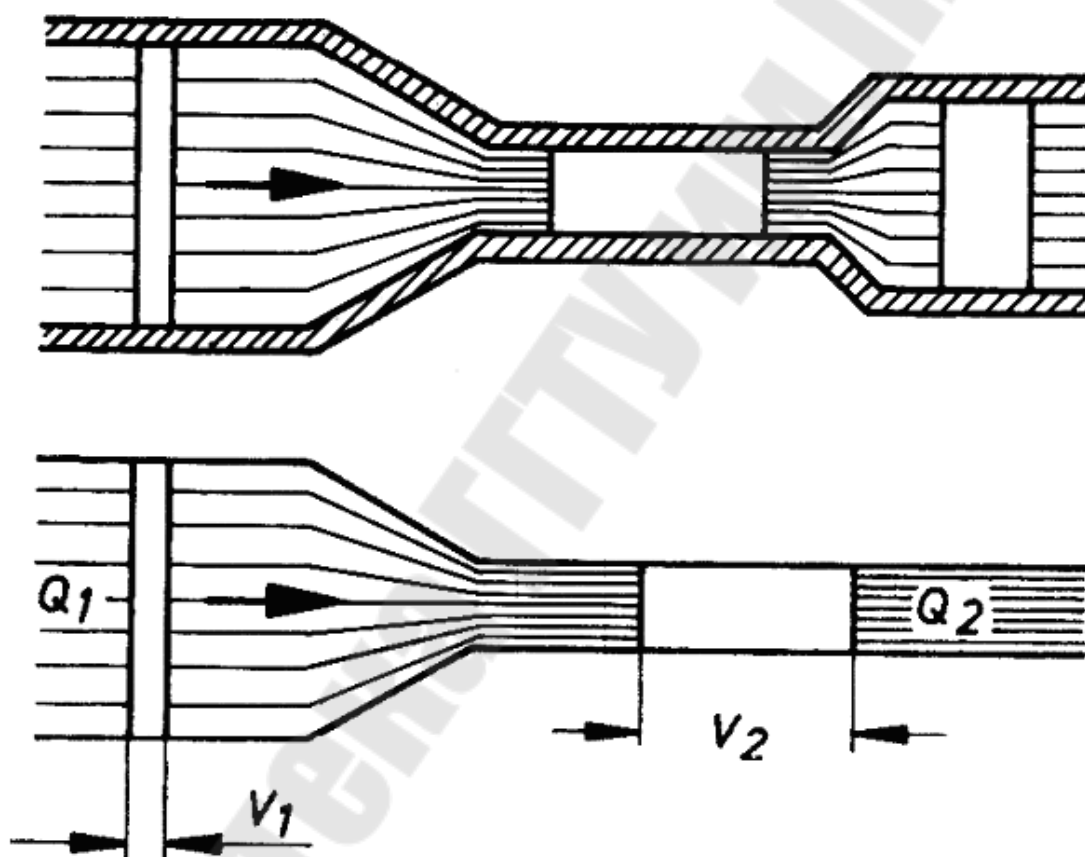


Рис.4.

Если жидкость течет через трубу с меняющимся сечением, то количество жидкости, протекающей за равные промежутки времени, одинаково (рис. 4). При этом скорость жидкости при сужении трубы возрастает, а при расширении уменьшается.

Объемный расход $Q = V/t;$ Q = объемный расход в $m^3/c.$

A = площадь сечения s = путь (длина)

Объем $V = A \cdot s,$ и таким образом $Q = A \cdot s / t.$

s -- путь, пройденный за время t ; v – скорость ($v = s/t$).

Таким образом с помощью $Q = A \cdot v$ мы получим уравнение неразрывности

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \text{или} \quad Q_1 = Q_2.$$

Закон сохранения энергии (Уравнение Бернулли).

Закон сохранения энергии применительно к движению жидкостей гласит, что общее количество энергии потока жидкости не изменится, если энергия не поступает извне или не уходит наружу. Поскольку вид энергии не меняется, общая энергия состоит из потенциальной энергии, т.е. энергии покоя, зависящей от высоты столба жидкости, энергии давления (статического давления) и кинетической энергии (энергии движения), зависящей от скорости потока.

Математической формой закона сохранения энергии применительно к

движущейся жидкости служит уравнение Бернулли.

При установившемся течении вязкой несжимаемой жидкости в поле сил тяжести уравнение Бернулли, выражающее закон сохранения механической энергии потока на участке между двумя сечениями 1 и 2 (рис. 5), имеет вид:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{g_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{g_2^2}{2g} + h_{(1-2)}.$$

(1)

В этом уравнении каждый из членов имеет линейную размерность.

Первый член уравнения (1) – Z определяет высоту положения центра тяжести сечения потока над произвольной горизонтальной плоскостью сравнения 0-0 и называется геометрической высотой или геометрическим напором. Он характеризует удельную (единицы веса жидкости) энергию положения в поле сил тяжести.

Второй член уравнения – P/γ соответствует гидростатическому давлению в данной точке потока и называется пьезометрическим напором (или высотой). Для измерения этого напора применяются пьезометры – прямые тонкостенные трубки, в которых жидкость поднимается на высоту P/γ . Пьезометрический напор характеризует удельную потенциальную энергию давления в данном сечении потока.

Сумма $Z + P/\gamma$ называется статическим напором.

Третий член уравнения $\frac{g^2}{2g}$ называется скоростной высотой или скоростным напором; он определяет удельную кинетическую энергию жидкости в данном сечении потока.

g – средняя скорость течения жидкости в сечении потока;

γ – удельный вес жидкости;

p – давление в центре тяжести рассматриваемого сечения потока.

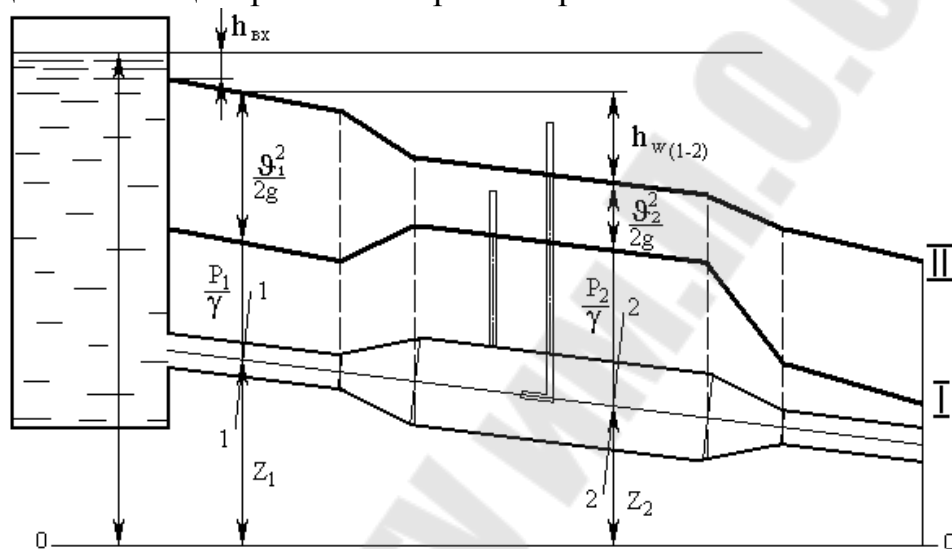


Рис. 5. Графическая иллюстрация уравнения Бернулли.

I – пьезометрическая линия; *II* – линия полного напора.

Для измерения суммы напоров $\left(\frac{p}{\gamma} + \frac{g^2}{2g} \right)$ применяется трубка

Пито, конец (носик) которой загнут навстречу потоку (рис. 5). Уровень жидкости в этой трубке выше, чем в пьезометре, т. к. кинетическая энергия движения жидкости у носика трубки преобразуется в потенциальную энергию дополнительного столбика высотой $\frac{g^2}{2g}$.

Величина $\left(z + \frac{p}{\gamma} + \frac{g^2}{2g} \right)$, входящая в уравнение (1) представляет

собой полную механическую энергию единицы веса жидкости в данном сечении потока и называется полным или гидродинамическим напором.

Последний член уравнения (1) $h_{w(1-2)}$ представляет собой потерю полного напора на преодоление сопротивлений на пути между рассматриваемыми сечениями 1 и 2.

Линия, проведенная через концы отрезков, выражающих полную удельную энергию $\left(Z + \frac{P}{\gamma} + \frac{g^2}{2g} = H_{\partial} \right)$, называется напорной линией, а линия, проведенная через концы отрезков, выражающих удельную потенциальную энергию $\left(Z + \frac{P}{\gamma} = H \right)$, называется пьезометрической линией.

Сопоставив уравнение неразрывности и уравнение сохранения энергии, можно сделать следующие выводы:

Если при сужении сечения трубы скорость повышается, то кинетическая энергия потока увеличивается, а потенциальная энергия давления уменьшается. Соответственно уменьшается величина давления. При расширении трубы уменьшается скорость течения жидкости, а давление возрастает.

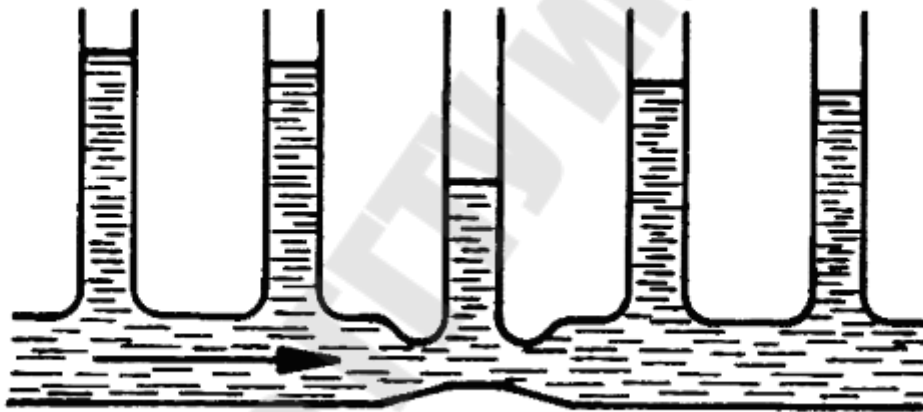


Рис. 6.

Высота столба жидкости является мерилем давления, действующего в данной точке.

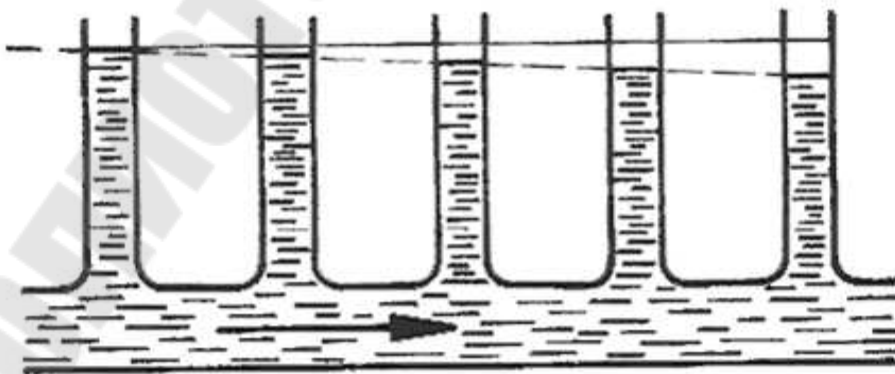


Рис. 7.

Потери энергии за счет трения

Если жидкость находится в состоянии покоя (отсутствия движения), то величина давления во всем трубопроводе, одинакова. Если жидкость течет в какой-то гидросистеме, то вследствие трения о стенки труб часть энергии выделяется в виде теплоэнергии, что ведет к потере давления (рис. 7).

Передачу гидравлической энергии невозможно осуществлять без потерь. Величина потерь, возникающих от трения, зависит от:

- длины трубопровода,
- шероховатости стенок трубопровода,
- числа колен,
- сечения трубопровода,
- скорости течения потока.

Виды потоков

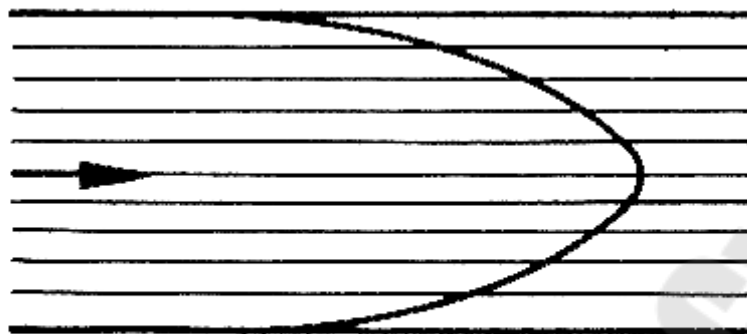
От двух последних факторов, сечения трубопровода и скорости течения потока, в значительной степени зависит характер потока (режим течения) и, следовательно, величина потерь от трения.

а) Ламинарный поток

В ламинарном потоке движение отдельных частиц жидкости имеет слоистый характер. До тех пор пока не будет достигнута определенная скорость, они движутся упорядоченно, не мешая друг другу (рис. 8).

б) Турбулентный поток

Если скорость течения увеличивается, а сечение потока остается неизменным, то начиная с определенной скорости течения (критическая скорость) вид потока изменяется. В потоке появляются завихрения, он становится турбулентным. Отдельные частицы жидкости более не движутся упорядоченно в одном направлении, а сталкиваются и мешают друг другу.



Ламинарный поток

Рис.8.



Турбулентный поток

Рис.9.

Сопротивление течения повышается, а гидравлические потери увеличиваются. Поэтому турбулентный поток (рис.9) в гидравлических установках весьма нежелателен.

Число Рейнольдса Re .

Характеристикой режима движения жидкости служит безразмерная величина, называемая числом Рейнольдса Re .

$$Re = \frac{\varrho \cdot d}{\nu}$$

где ϱ – скорость течения жидкости (м/с);

d —диаметр трубы(м);

ν – кинематический коэффициент вязкости жидкости (м²/с).

Сравнительно точными измерениями движения жидкости в круглых гладких трубах установлено, что при $Re < 2320$ режим движения жидкости устойчиво ламинарный. В случае $Re > 2320$ режим движения жидкости – турбулентный.

Значение числа Рейнольдса, соответствующее устойчивому переходу ламинарного движения к турбулентному и наоборот, называется критическим числом Рейнольдса $Re_{кр}$.

$$Re_{кр} = \frac{\rho \cdot d}{\nu} = 2320.$$

2. Основной принцип действия гидросистемы

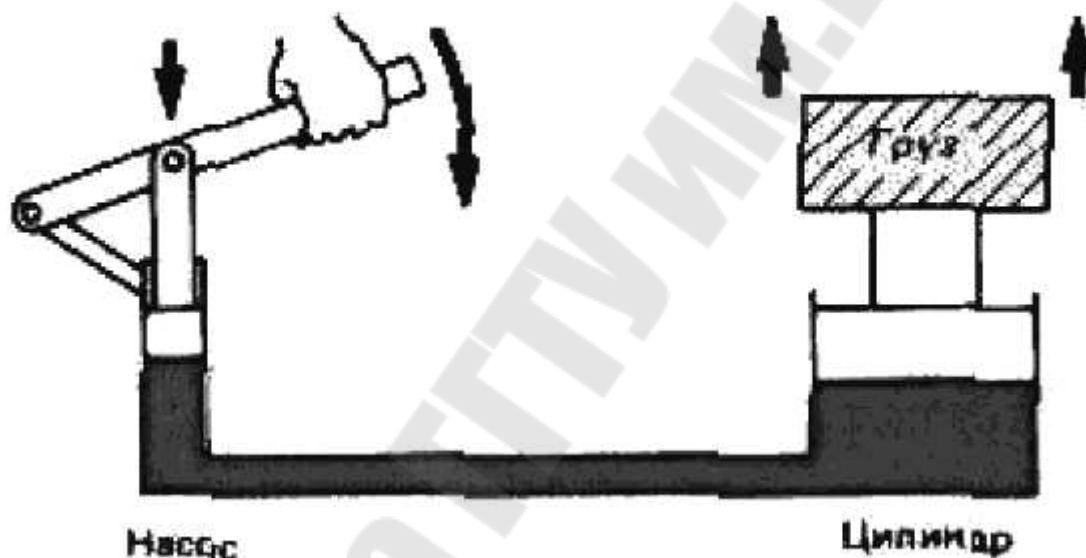


Рис.10

На этом рисунке изображен принцип действия гидросистемы. Мы давим с какой-то силой на поршень простого поршневого насоса. Разделив силу на площадь поверхности поршня, получаем давление:

$$p = F / A$$

Чем сильнее мы давим на поршень, т.е. чем больше сила поршня, тем выше давление. Однако, давление увеличивается лишь до тех пор, пока оно, распределившись по площади цилиндра, не сможет поднять груз ($F = p \cdot A$).

В дальнейшем давление не увеличивается, если груз остается прежним. То есть давление зависит от сопротивления, оказываемого течению жидкости.

Если есть необходимое давление, груз приходит в движение.

Скорость движения груза зависит только от подачи жидкости, которая подается в цилиндр.

Применительно к рис.10 это означает, что чем быстрее движение поршня вниз тем больше жидкости подается в цилиндр за единицу времени и тем быстрее осуществляется подъем груза.

Однако на практике эту систему следует расширить. Необходимо установить приборы, с помощью которых мы сможем регулировать, например:

- направление движения цилиндра,
- скорость движения и максимальную нагрузку цилиндра,

Кроме того, нужно заменить ручной поршневой насос насосом с непрерывно действующим приводом.

На рис.11 приведена схема рабочего цикла простейшей гидравлической системы.

Привод насоса 1 осуществляется электродвигателем или двигателем внутреннего сгорания (рис. 11). Насос всасывает жидкость из ёмкости 2 и перекачивает её по трубопроводу в гидроцилиндр 4 (или гидродвигатель). Жидкость беспрепятственно течёт по трубам до тех пор, пока не встречает сопротивления. Расположенный в конце трубопровода гидроцилиндр 4 и является такого рода сопротивлением движению жидкости. Давление нарастает до тех пор, пока не удаётся преодолеть сопротивление гидроцилиндра, т. е. до тех пор, пока поршень вместе с грузом не приходит в движение.

Чтобы предохранить систему от перегрузки (то есть от избытка давления), максимальное давление должно быть ограничено.

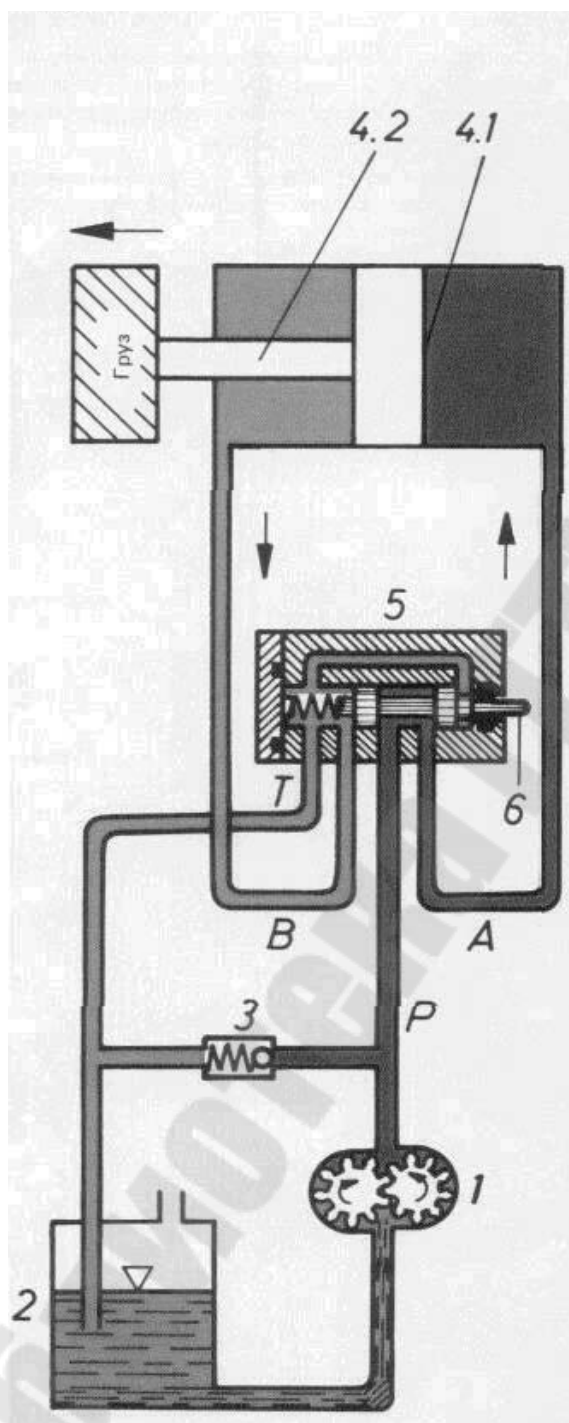
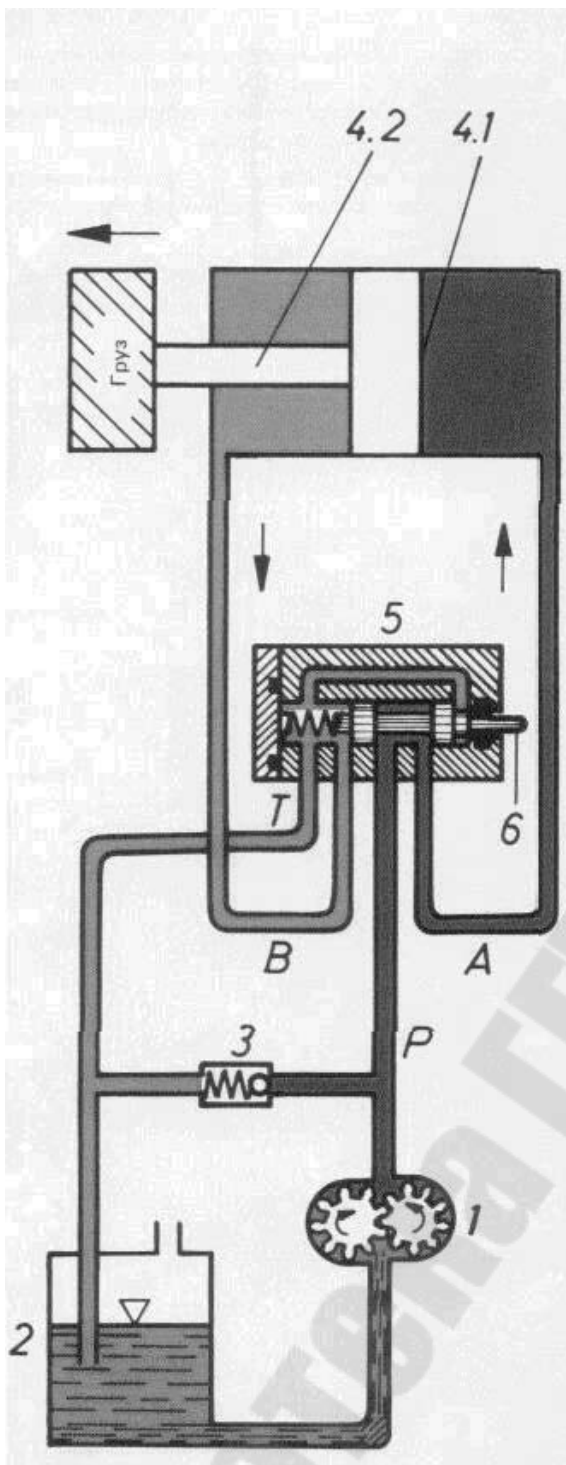


Рис.11.



Это достигается с помощью предохранительного клапана 3. Пружина в таком клапане механически прижимает шарик к седлу, а существующее в трубопроводе давление действует на поверхность шарика.

Согласно известному уравнению

$F = p \cdot A$, шарик открывает клапан, когда сила давления, превысит силу пружины.

С этого момента давление более не увеличивается.

Ходом поршня 4-1, приводящего в движение поршневой шток 4.2 вместе с грузом управляет распределительный клапан 5.

На рис.11 жидкость через распределитель 5 течет из трубопровода P через трубопровод A в правую (бесштоковую) полость гидроцилиндра, обеспечивая выдвижение штока из гидроцилиндра.

Изменив положение поршня (золотника) 6 в распределителе 5, можно соединить трубопроводы P и B (рис.12). В этом случае жидкость через распределитель 5 течет из насоса в другую половину (штоковую полость) гидроцилиндра.

Поршневой шток идет во внутрь, а груз движется в обратном направлении.

На рис.12 показан цикл обратного хода поршня со штоком (движение вовнутрь цилиндра).

Рис.12.

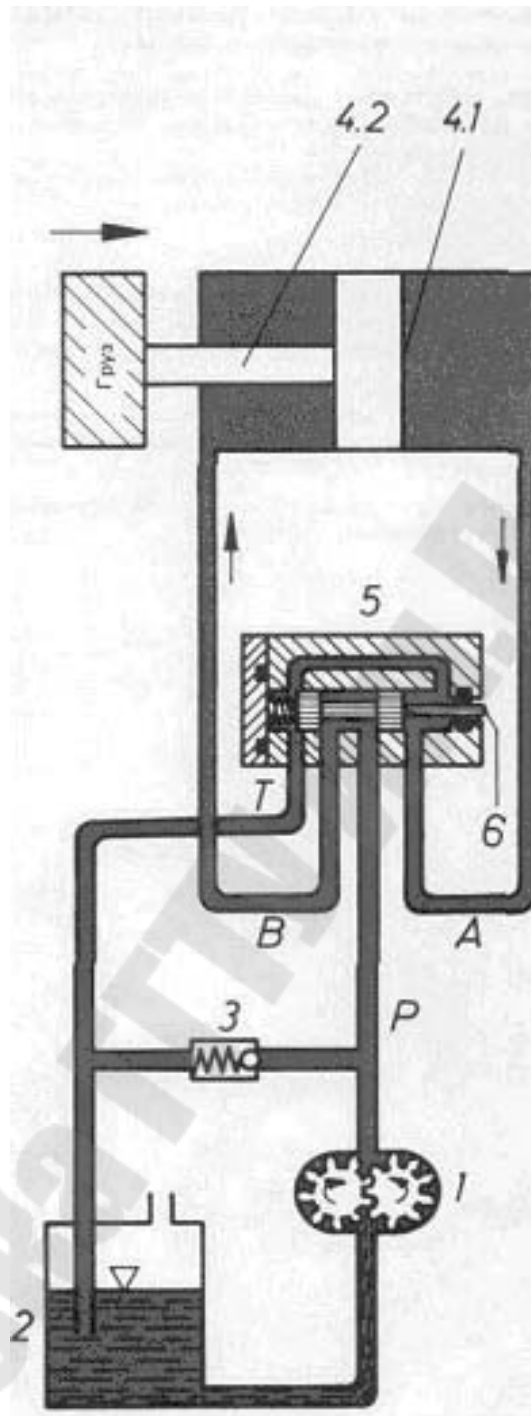


Рис.13.

Для того, чтобы регулировать не только направление, но и скорость движения груза, необходимо изменять объём циркулирующей в цилиндре жидкости. Это достигается с помощью дроссельного клапана 7 (рис.13).

Меняя сечение потока (относительно поперечного сечения трубопровода), в цилиндр за единицу времени подаётся меньше жидкости.

Движение груза замедляется.

Избыток жидкости, подаваемой насосом, стекает через предохранительный клапан в ёмкость. Применительно к давлению в гидравлической системе это означает следующее:

- между насосом и дросселем возникает максимально допустимое давление, регулируемое предохранительным клапаном;
- давление между дросселем и цилиндром регулируется в соответствии с весом груза.

Принципиальная схема рабочего цикла гидравлической системы

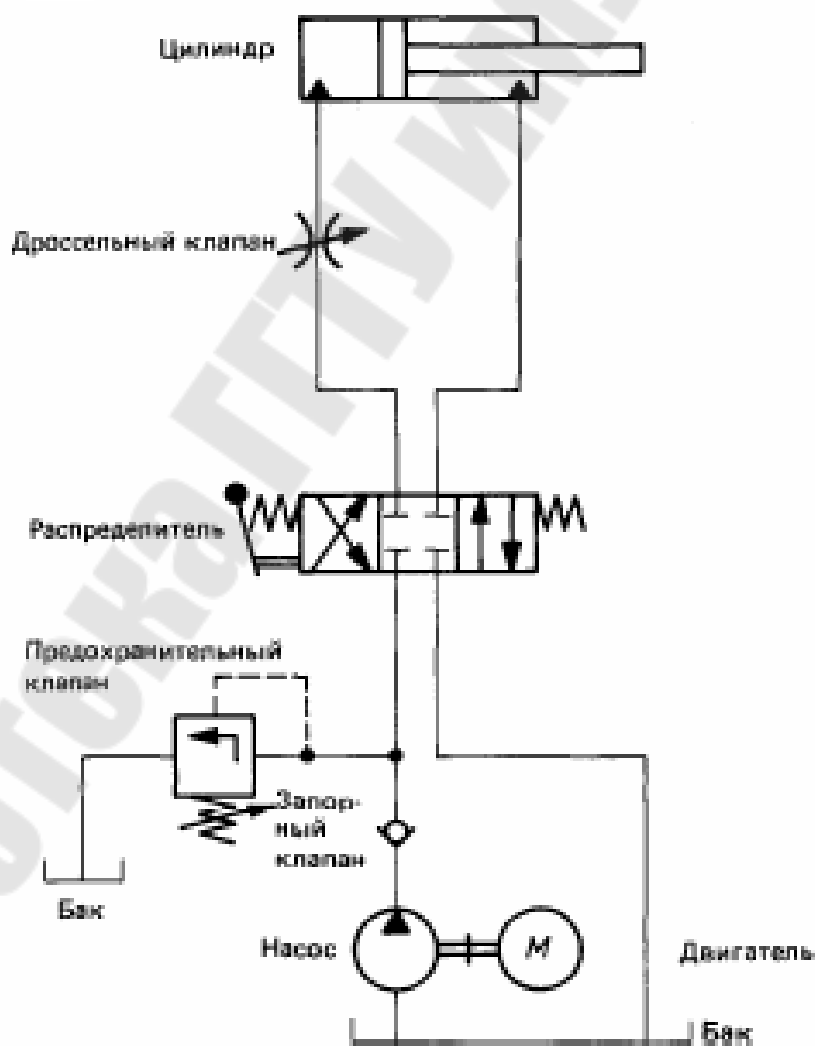


Рис.14.

На практике схема рабочего цикла гидравлической системы, изображенная на рис. 11-13, не показывается. Вместо упрощенных изображений гидравлических систем в разрезе применяются условные обозначения.

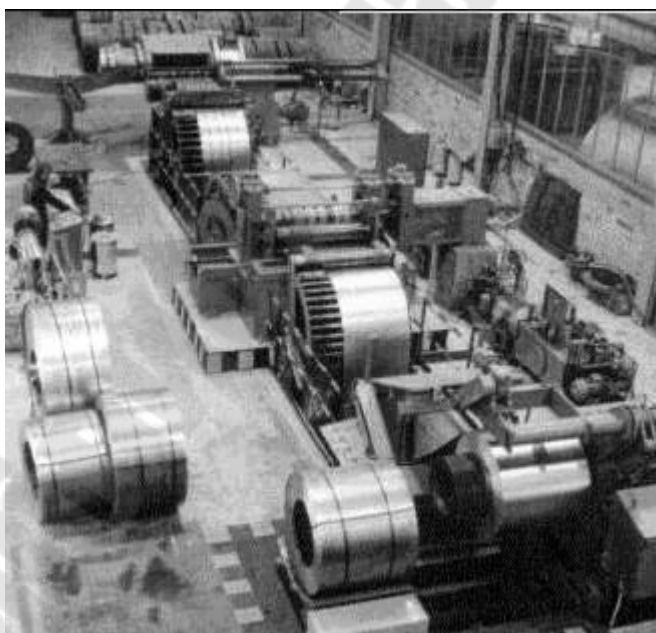
Изображение рабочего цикла гидравлической системы с помощью условных обозначений именуется принципиальной схемой (рис.14). Условные обозначения отдельных приборов и их функции стандартизованы.

3. Применение гидравлики в различных отраслях

Чтобы дать наглядное представление об областях применения гидравлического оборудования, удобно объединить области применения в 5 разделах.

1. Гидравлика в промышленности	Машины для переработки (литья) пластмасс, прессы, тяжелая промышленность (металлургические заводы и прокатные станы). Станки.
2. Гидравлика в оборудовании для стальных конструкций, в гидро и энергостроении	Шлюзы и плотины (плоские затворы, сегменты, ворота), механизмы подъема мостов, горное оборудование, турбины, атомные электростанции.
3. Гидравлика в строительных и дорожных машинах	Экскаваторы и краны, строительные и дорожные машины, автомобилестроение.
4. Гидравлика в особых областях техники	Опоры для телескопов, механизмы перемещения антенн, шасси и сервоприводы рулей самолетов, специальное оборудование.
5. Гидравлика в судостроении	Рулевое управление, судовые краны, носовые порты, затворы переборок.

Гидравлика в металлургии



В наши дни трудно найти металлургический завод или прокатный стан, где бы ни применялось большое количество гидравлического оборудования.

Без "гидравлических мышц", управляемых простым нажатием кнопки, современное металлургическое производство не может обойтись.

Гидравлика применяется в подъемниках, поворотных устройствах, загрузочно-

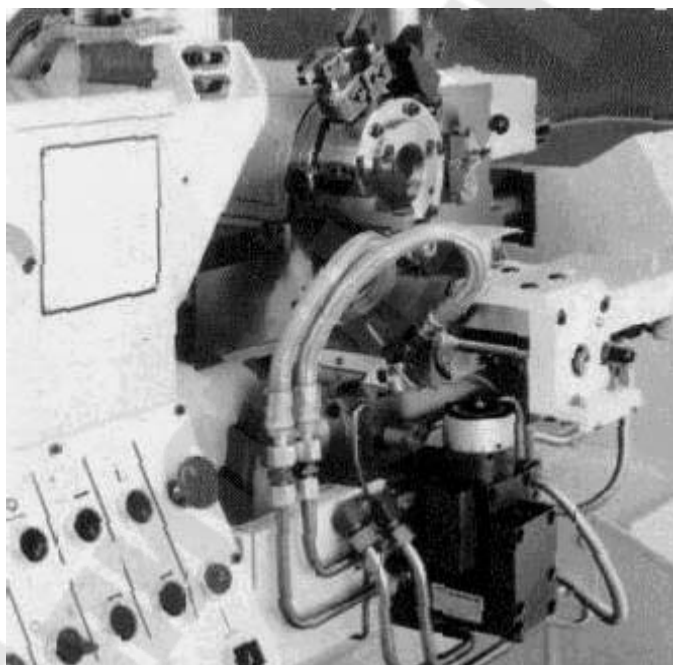
разгрузочных устройствах, системах регулирования валков, в сортировочных и транспортных устройствах, в манипуляторах участков охлаждения.

На фотографии показано полностью автоматическое устройство для резки стальной ленты, предназначенной для производства щитов трансформаторов.

Главный привод состоит из аксиального поршневого насоса с электрическим управлением и гидродвигателей с замкнутой системой циркуляции.

Гидравлика в металлорежущих станках

Точность является отличительным признаком современных гидравлических систем управления. Особенно широко гидравлические системы применяются в крупном серийном производстве, обеспечивая оптимальное решение любых задач.



Специальные гидравлические приборы позволяют надежно и просто осуществлять контроль за ходом сложнейших операций.

Этот токарно-револьверный автомат оснащен гидравликой, обеспечивающей высокую точность обработки деталей по копиру.

Четырехпозиционный двухходовой шлифовальный станок с круглым столом для окончательной обработки

шестеренок, изготовленных способом холодного прессования.

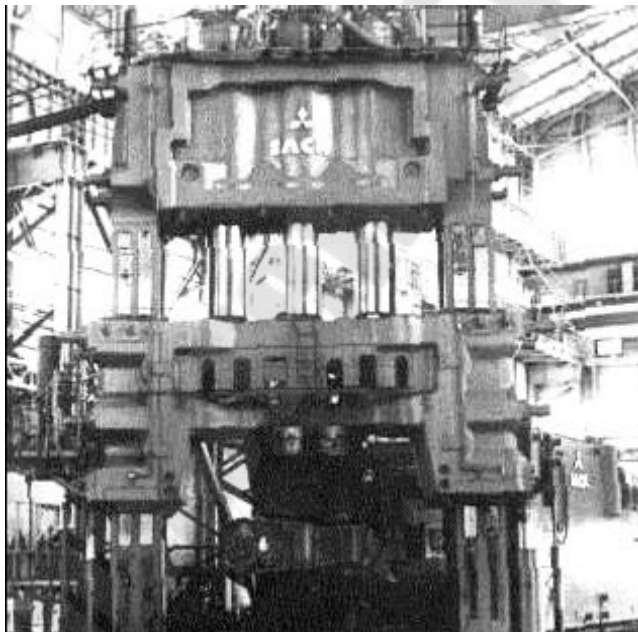


Все элементы управления и зажима заготовок, а также держатели и круглый стол управляются гидравлически.

Гидравлика для прессов

Кузнечные прессы с силой сжатия 120 МН (12 000 кгс).

С точки зрения гидравлики это не представляет трудностей. Гидравлика



обеспечивает безопасность работы оборудования и обслуживающего персонала.

Для гидравлического оборудования характерна высокая энергонасыщенность. Гидравлические насосы и клапаны занимают меньше места, чем другие, чисто механические системы.

Пресс для резки и пакетирования старых автомобильных кузовов. Весь рабочий цикл осуществляется с помощью гидравлики и состоит из трех

этапов:

1. загрузка и резание;
2. вертикальное сжатие;
3. горизонтальное сжатие и выталкивание готовых па-

кетов на

конвейер.

Гидравлика в машинах для литья под давлением



В машинах для литья под давлением в зависимости от габаритов требуется усилие замыкания величиной от 20 до 280 тонн.

В соответствии с пресс-формой эти машины могут изготавливать различные

изделия, начиная от пластмассовых стаканчиков и кончая шестернями.

Гидравлика в строительных машинах



С помощью гидравлики привод и передача энергии осуществляются кратчайшим путем.

В сложных, маневренных строительных машинах новейшей конструкции гидравлическая передача является оптимальным решением. Гибкие трубопроводы подвижных элементов машин позволяют осуществлять передачу энергии практически в любую точку.

Лучшим примером прямой оптимальной передачи энергии являются

шагающие экскаваторы.

шагающие экскаваторы.

В гидростатических приводах строительных машин гидравлика позволяет в широком диапазоне осуществлять бесступенчатое изменение силы тяги и скорости.

В строительстве применяется множество различных машин, открывающих новые возможности гидравлики.

Гидравлика на подъемно-транспортном оборудовании.



Появление гидравлики произвело настоящую революцию в оборудовании судов.

Поперечное водометное подруливающее устройство имеет гидравлический привод и гидравлическую систему управления, обеспечивая

высокую маневренность океанских судов в порту. В танкерах широко применяется бортовая система гидравлического контроля разгрузки. Рыболовецкие сети гораздо быстрее и легче поднимать с помощью гидравлических устройств, чем вручную.

4. Гидронасосы и гидромоторы

Гидронасосы и гидромоторы являются гидростатическими машинами.

Преобразование механического крутящего момента производится за счет рабочего давления и рабочего объема и одинаково во всех гидростатических машинах.

Это видно из уравнения крутящего момента, в котором не учтен коэффициент полезного действия.

$$M = \Delta p \cdot V / 2 \pi .$$

M – крутящий момент:

для насоса --- приводной момент;

для гидромотора --- момент по ведомому валу;

Δp --- разность давления на выходе и входе насоса,
или на входе и выходе гидромотора;

V --- геометрический рабочий объем насоса или гидромотора.

Гидронасосы

Задачей насосов в гидравлике является создание потока жидкости (т.е. вытеснение определенного потока жидкости) соответствующего давления.

Насос всасывает жидкость, которая, как правило, находится в емкости, и толкает ее к выходу. Отсюда жидкость поступает в гидросистему и, пройдя через элементы управления, попадает к потребителю.

Потребитель создает сопротивление жидкости, например, поршень подъемного гидроцилиндра, находящийся под нагрузкой.

В соответствии с этим сопротивлением возникает давление, которое увеличивается до тех пор, пока сила сопротивления не будет преодолена. Таким образом, давление в гидросистеме не создается гидронасосом сразу, а накапливается постепенно в зависимости от сопротивления, которое встречает поток жидкости на своем пути.

4.1. Шестеренные насосы

На рис. 15 изображен шестеренный насос внешнего зацепления.



Рис.15.

Условное обозначение насоса приведено на рис.16.



Рис.16.

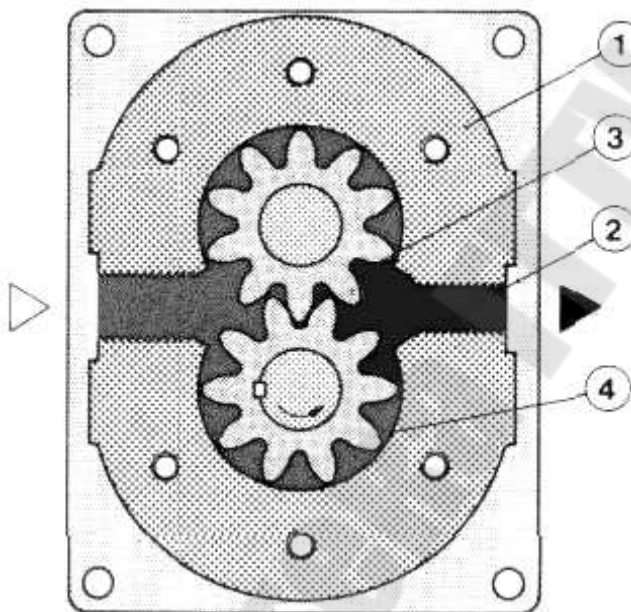


Рис.17.

Жидкость захватывается зубьями в камере всасывания (синий цвет), проносится ими в камеру нагнетания (красный цвет); на стороне нагнетания (красный цвет) вытесняется из промежутков зубьев в напорный патрубок насоса.

На схеме видно, что зубья входят в промежутки раньше, чем из них полностью вытесняется жидкость. Поэтому во избежание возникновения высокого давления в промежутках зубьев, которое ведет к неравномерному жесткому ходу насоса, предусматриваются специальные боковые разгрузочные отверстия, через которые так называемая "сжатая жидкость" попадает в полость давления.

Шестеренные насосы являются нерегулируемыми насосами.

Шестеренный насос с внешним зацеплением показан на рис.17.

В этом насосе шестерня 2 движется в направлении стрелки и захватывает шестерню 3, которая вращается в противоположном направлении.

Жидкость захватывается зубьями в камере всасывания (синий цвет),

Другим важным моментом является боковой люфт между шестернями 5 и опорами 6 (рис.18), что приводит к значительным внутренним утечкам жидкости и снижению КПД насоса. По мере износа стенок насоса утечки жидкости увеличиваются.

Поэтому в шестеренных насосах предусмотрена гидростатическая компенсация опор. Шайбы 7, находящиеся под давлением гидросистемы, прижимают опоры к шестерням. То есть люфт регулируется существующим в гидросистеме давлением. Таким образом, достигается высокий КПД, не зависящий ни от скорости вращения, ни от давления.

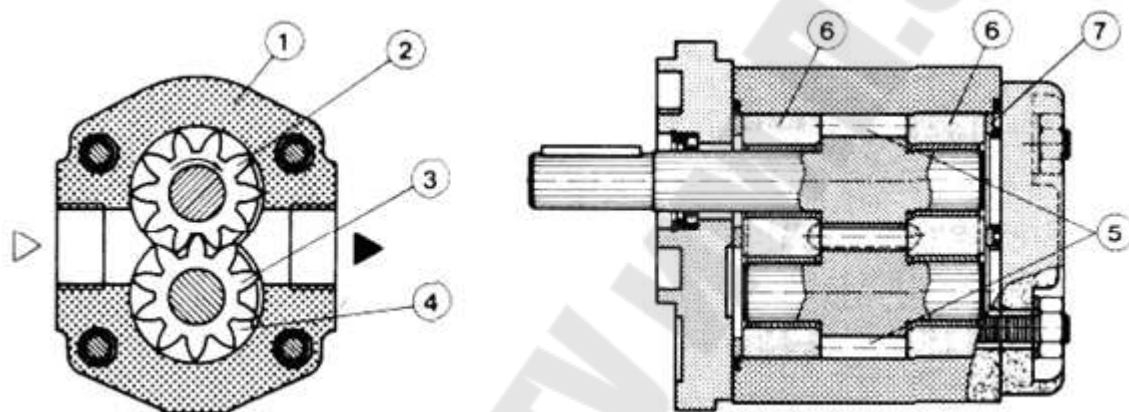


Рис.18.

4.2. Роторно-пластинчатые насосы

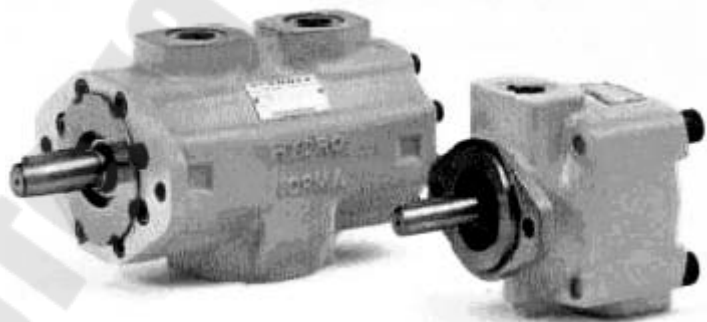


Рис.19. Роторно-пластинчатые насосы с нерегулируемым рабочим объемом.

Условное обозначение

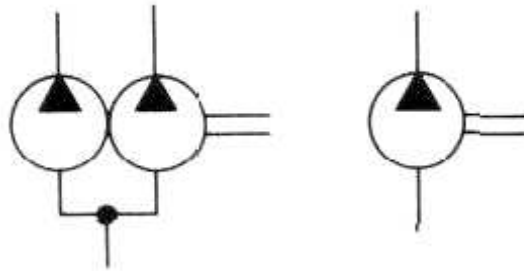
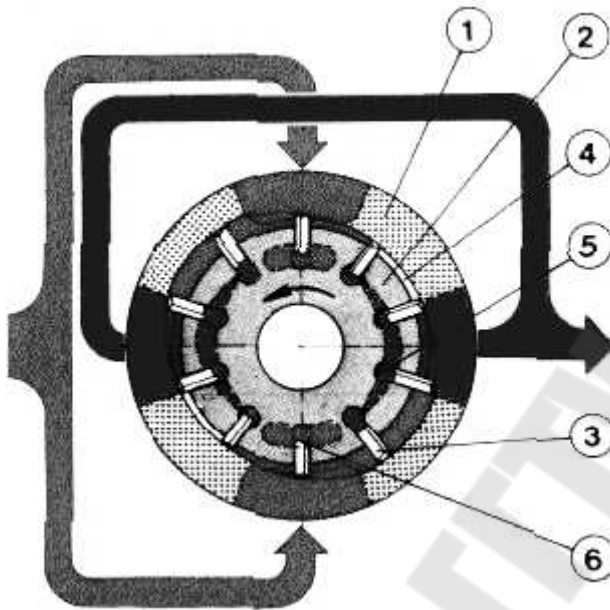


Рис.20. Роторно-пластинчатые насосы.
Слева: двойной насос Справа: одинарный насос.



Роторно-пластинчатый насос (рис.21) состоит из корпуса, статора 1 и ротора 2 с пластинами 3.

Рис.21.

Статор 1 имеет двух эксцентрическую внутреннюю дорожку. Ротор является ведомой деталью насоса.

люю насоса.

В радиальных пазах ротора расположены подвижные пластины 3 (лопатки).

При вращении ротора центробежная сила и давление прижимают подвижные пластины к статору: внешние края пластин прилегают к внутренней поверхности статора. Ротор, статор, пара пластин и расположенные с боков распределительные диски образуют ячейки или камеры.

Подвод (сторона всасывания) и отвод жидкости (сторона нагнетания) производятся через распределительные диски (на рисунке их нет).

Вблизи канала всасывания (вверху и внизу) камеры 4 имеют небольшие размеры. По мере вращения камеры увеличиваются, наполняясь жидкостью. Когда камеры достигают максимальных размеров (максимальное расстояние между, внутренней дорожкой и центром ротора), с помощью распределительных дисков они отделяются от стороны всасывания, соединяясь со стороной нагнетания. По ходу кривой статора пластины

снова входят в пазы. Объем камер уменьшается, а жидкость выталкивается в направлении стороны нагнетания.

Поскольку кривая статора имеет двухэксцентрическую форму, то каждая камера принимает участие в процессе нагнетания жидкости дважды.

Таким образом, в насосе образуются две противоположные камеры, в результате чего вал привода гидравлически разгружается. В области давления на пластины с обратной стороны 5 действует давление гидросистемы.

Таким образом, в дополнение к уплотняющим кромкам создается еще большая герметизация.

Роторно-пластинчатый насос с регулируемым рабочим объемом и давлением

Условное обозначение



Рис.22.

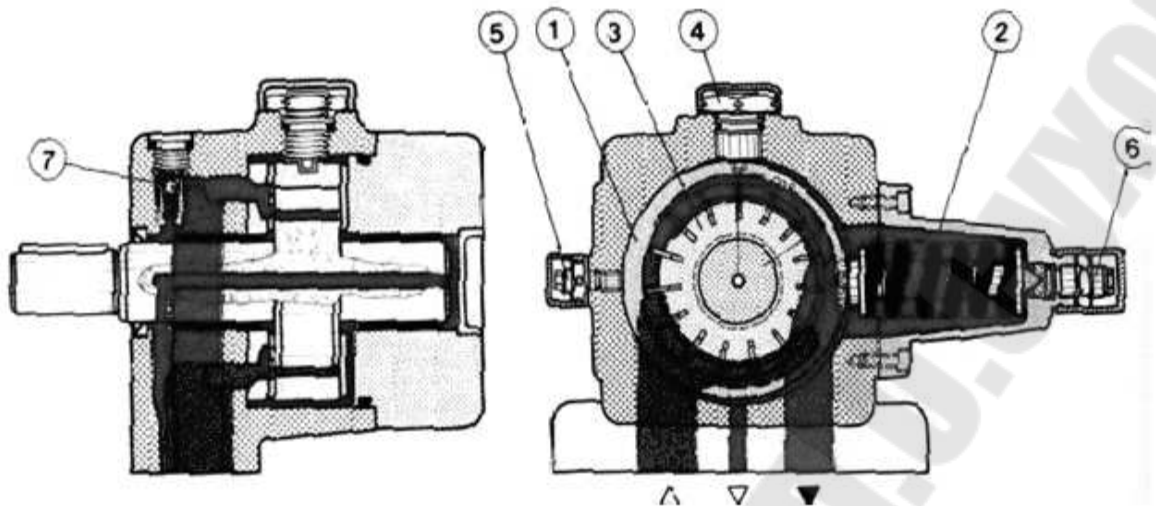


Рис.23.

В этом типе насоса можно регулировать рабочий объем и давление. Принцип подачи жидкости тот же, что и в описанном ранее нерегулируемом насосе.

В этом насосе статор представляет собой концентрическое кольцо. Пружина 2 прижимает статор в исходное положение, эксцентричное относительно ротора 3.

Регулирование максимального эксцентриситета и, следовательно, максимального рабочего объема производится с помощью винта 5. Сила пружины регулируется с помощью установочного винта 6. Регулировка статора по высоте осуществляется с помощью винта 4.

Подача жидкости регулируется в соответствии с расходом, Если потребитель не расходует жидкость, т. е. достигается максимальное давление, то насос почти полностью перекрывает подачу. Таким образом, поддерживается рабочее давление и восполняется только утечка масла. Благодаря этому удастся свести потери и нагрев находящейся под давлением жидкости до минимума.

4.3.

Радиально-поршневой насос

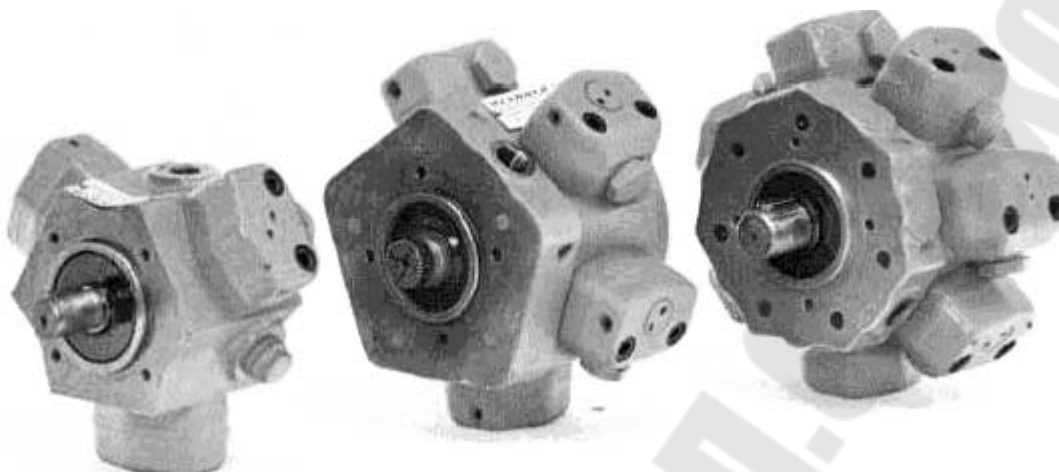
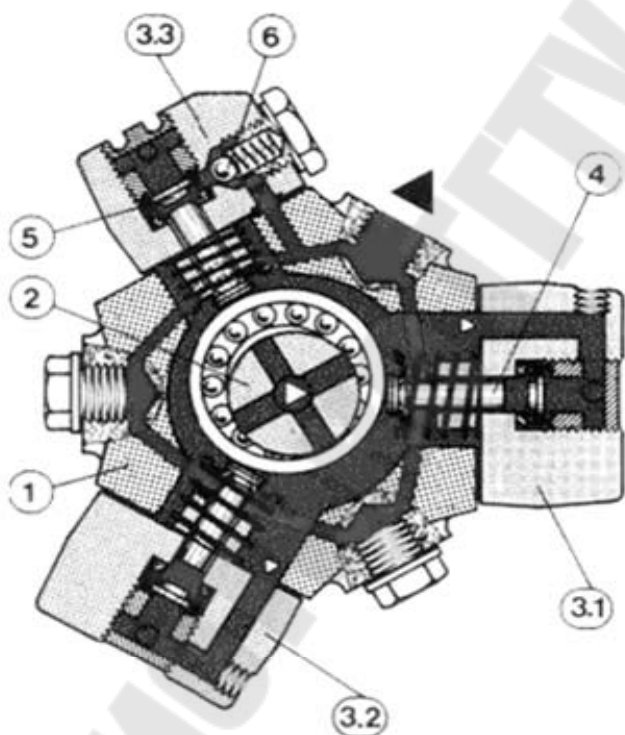


Рис.24. Радиально-поршневые насосы с 3, 5 и 7 элементами.

В радиально-поршневом насосе поршни крепятся на валу привода звездообразно. Движение поршней происходит в радиальном направлении.

Существуют насосы с клапанным и золотниковым распределением, с нерегулируемым и регулируемым рабочим объемом. Кроме того, различают насосы с внутренней кривой хода поршня (поршни находятся под наружным давлением) и насосы с внешней кривой хода поршня (поршни находятся под внутренним давлением).

Самовсасывающий насос, изображенный на рис.25, имеет клапанное распределение. Давление поступает на поршень извне. Рабочий объем постоянный.



Насос состоит из кор-

Рис.25.

пуса 1, эксцентрикового вала 2, элементов 3 с поршнями 4, всасывающим клапаном 5 и клапаном давления 6

Под элементом насоса следует понимать действующий однопоршневой насос, привинченный к корпусу. Поршни находятся в элементах и прижимаются к эксцентриковому валу пружинами.

Каждый поршень совершает за один оборот вала два хода.

Во время вращения эксцентрикового вала через осевое отверстие в валу всасывается жидкость (синий цвет), которая через радиальные отверстия попадает по каналам во всасывающий клапан.

Всасывающий клапан состоит из пластинки, которая с помощью слабой пружины прижимается к уплотнительной кромке. При движении поршня к центру вала объем полости поршня увеличивается. Возникает подсос, в результате которого пластинка отходит от уплотнительной кромки и в полость поршня начинает поступать жидкость (элемент 3.1).

Когда эксцентриковый вал снова выталкивает поршень, он давит на пластинку всасывающего клапана, прижимая ее к уплотнительной кромке (элемент 3.2).

Одновременно шар клапана давления б выходит из седла (элемент 3.3).

Теперь жидкость из отдельных элементов насоса по каналам течет в полость давления.

Рабочий объем насоса зависит от диаметра поршней и их числа. Поскольку производительность зависит от рабочего давления и объема, от диаметра поршня зависит и предел рабочего давления.

В целях обеспечения равномерной подачи жидкости рекомендуется пользоваться нечетным числом поршней.

4.3. Аксиально-поршневые насосы и двигатели **(аксиально-поршневые машины)**

Аксиально-поршневые машины являются преобразователями энергии, в которых поршни в цилиндрическом блоке расположены аксиально.

Различают аксиально-поршневые машины с наклонной шайбой и с наклонным цилиндрическим блоком. Ниже приводятся схемы, на которых показана разница между этими двумя типами машин. Эта разница заключается в распределении силы поршня в точке передачи и в самом ходе кривой крутящего момента.

В точке соприкосновения на рис.26 "гидравлическая сила" (давление, помноженное на площадь поверхности поршня) преобразуется в механическую силу. Составляющие сил всех цилиндрических полостей, находящихся под давлением, направлены перпендикулярно к оси поршней.

Поршни принимают наклонное положение. Таким образом, в цилиндрическом блоке возникает крутящий момент, который блок передает на ведомый вал.

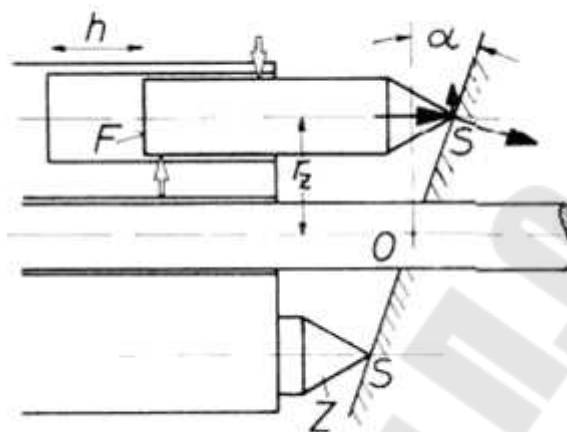


Рис.27.

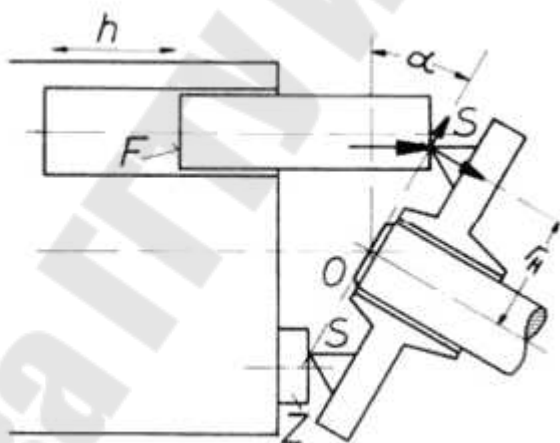


Рис.26.

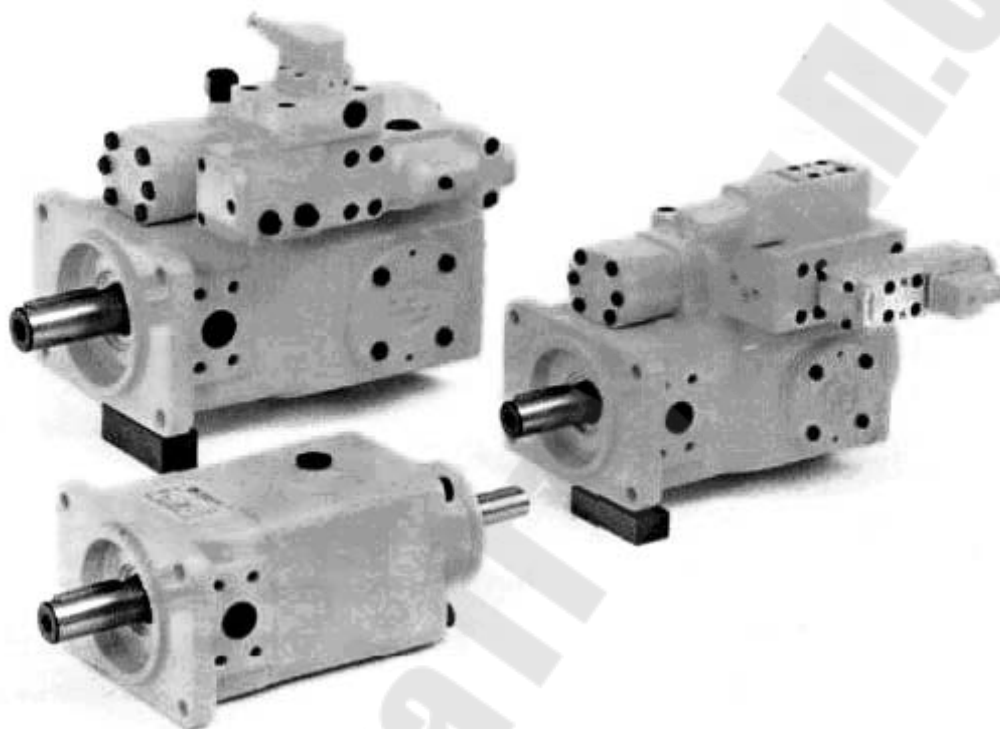
На рис.27 поршни опираются на шайбу. Точки опоры также обозначены остриями. На поршнях и цилиндрическом блоке не возникает крутящий момент. Он возникает на шайбе и снимается прямо.

Оба типа аксиально-поршневых машин изготавливаются как в регулируемом, так и в нерегулируемом исполнении и могут применяться как в качестве насосов, так и в качестве двигателей.

При применении в качестве насосов производительность этих машин пропорциональна скорости вала привода и рабочему объему.

При применении их в качестве двигателей скорость ведомого вала пропорциональна объему поступающей жидкости и обратно пропорциональна рабочему объему двигателя. Крутящий момент ведомого вала возрастает по мере увеличения разности высокого и низкого давления.

Рис.28. Аксиально-поршневые насосы и двигатели с наклонной шайбой: регулируемые и нерегулируемые (внизу)



Аксиально-поршневой нерегулируемый насос с наклонной шайбой

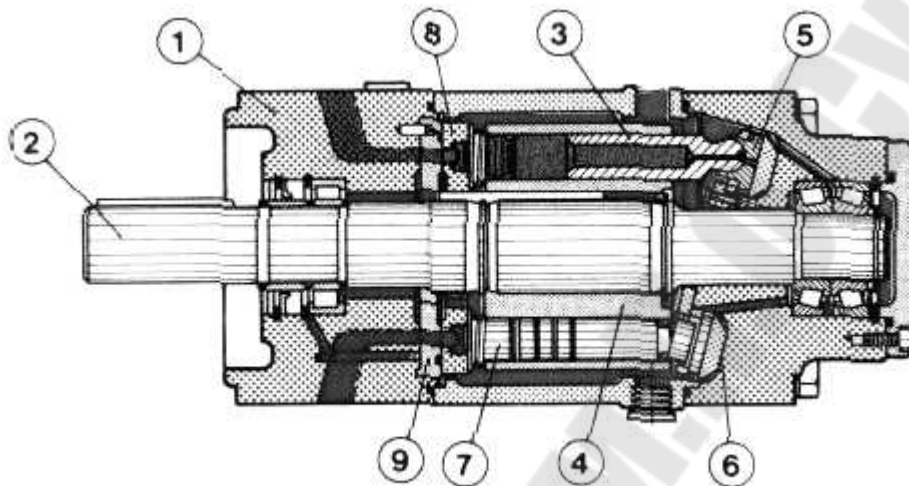


Рис.29.

В неподвижном корпусе 1 параллельно к приводному валу 2 расположены девять поршней. Они движутся в блоке цилиндра 4, который с помощью призматической шпонки прочно соединен с приводным валом. Концы поршней выполнены в виде шаровых шарниров и расположены в башмаках-ползушках 5. С помощью упорных и стопорных шайб башмаки-ползушки удерживаются в определенной плоскости под углом 15° .

Наклонная плоскость в этой машине является как бы частью корпуса, т.е. ее угол наклона не изменяется.

Приводной вал 2 насоса вращает цилиндрический блок 4, сальники 7, дно блока 8, поршни 3 и башмаки-ползушки 5. Поскольку поршни с помощью башмаков-ползушек удерживаются в наклонной плоскости, при вращении приводного вала они движутся в барабане цилиндра.

Управление подачей жидкости осуществляется с помощью двух окон распределителя 9, соединенного с корпусом. При движении наружу поршни через окно питания соединяются с баком (синий цвет) и всасывают жидкость.

Через другое окно другие поршни соединяются со стороной нагнетания (красный цвет) и вытесняют жидкость в барабан цилиндра, а оттуда в патрубок давления.

Один поршень постоянно ходит между стороной нагнетания и стороной всасывания.

Через отверстие в поршне сжатая жидкость попадает в башмак-ползушку, уравнивая давление.

Аксиально-поршневой насос с наклонной шайбой и регулируемым рабочим объемом

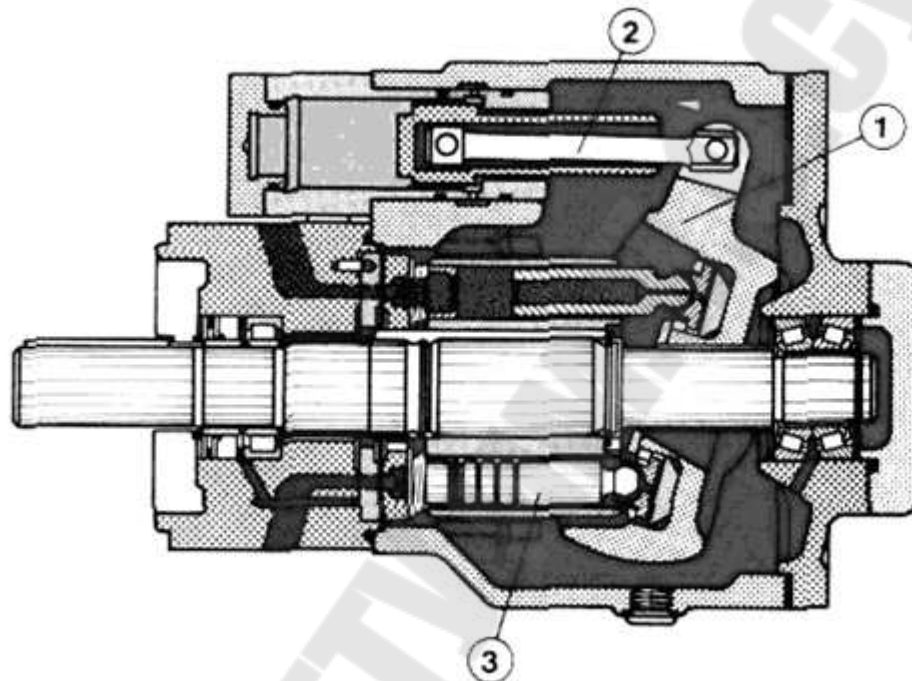


Рис.30.

При работе насоса с регулируемым рабочим объемом наклонной плоскостью является шайба. Наклонная шайба 1 крепится подвижно и с помощью механизма 2 может поворачиваться на 15° в обе стороны. В зависимости от угла наклона поршни 3 имеют определенный ход. Этот ход определяет рабочий объем поршня. С увеличением угла наклона ход поршня увеличивается.

Если шайба находится в среднем положении (нулевое положение), то есть перпендикулярно к ведущему валу, то ход поршня, а, следовательно, и рабочий объем равны нулю.

Если повернуть шайбу не меняя направление вращения привода, то соответственно меняется и направление потока.

Нерегулируемые машины с наклонным цилиндрическим блоком

В корпусе 1 установлены входной вал 2, наклонная шайба 3, цилиндр 4 с поршнями 5 и шарнирами 6 и торцевой распределитель 7 (рис.31).

Качающаяся шайба расположена перпендикулярно к приводному валу. Цилиндр имеет семь поршней и расположен относительно оси вала под углом 25° . Качающаяся шайба с помощью шатунов соединена с цилиндром. Цилиндр опирается на среднюю цапфу 8. В процессе работы вал 2 поворачивается. Шатуны 6 сообщают это движение поршням 5, а те передают его на цилиндр 4. Поскольку поршни соединены с шайбой шарнирами, при повороте вала они приходят в движение.

Торцевой распределитель имеет два серповидных окна для подачи (голубой цвет) и отвода (красный цвет) сжатой жидкости.

Для того чтобы барабан цилиндра в процессе движения не цеплялся за торцевую поверхность распределителя, ему придается шарообразная форма.

Синхронность работы поршней обеспечивается бескарданной передачей с

помощью шатунов, сообщающих только тяговое усилие (трение, инерцию), а не крутящий момент.

Действующие на цилиндр боковые силы берет на себя средняя цапфа 8.

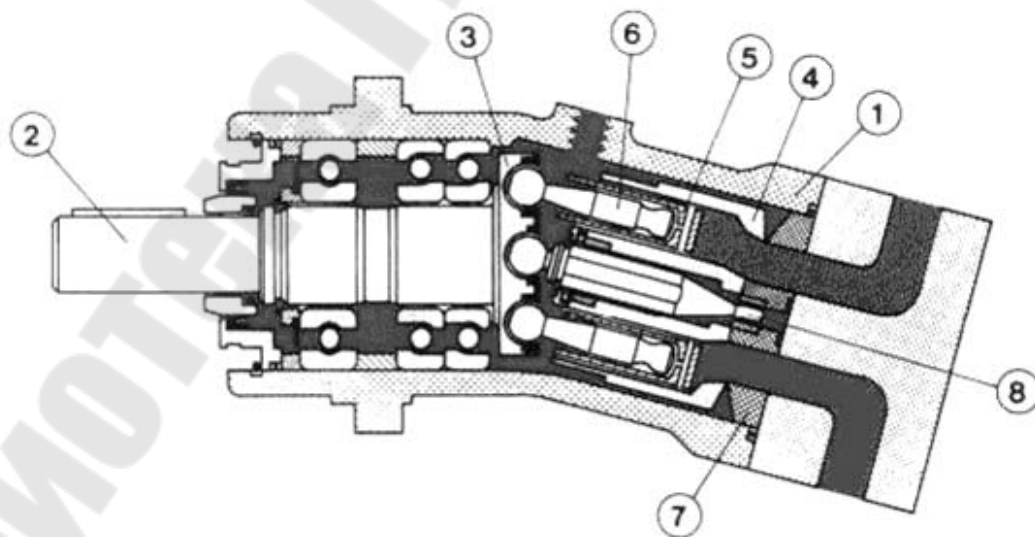


Рис.31.

Гидромашина с наклонным цилиндрическим блоком и регулируемым

рабочим объемом.

Речь идет о машине с регулируемым рабочим объемом (рис.32). Цилиндрический блок 4 с поршнями 5, распределителем 7 и часть корпуса 9 подвижны. Угол наклона относительно оси вала может регулироваться в пределах 25° . От угла наклона зависит и ход поршней в цилиндре. Чем больше угол наклона, тем больше рабочий объем.

Разумеется, направление течения потока плавно меняется, если, не меняя направление движения привода, переместить подвижную часть через нулевое положение. Когда угол наклона равен нулю, рабочий объем также равен нулю.

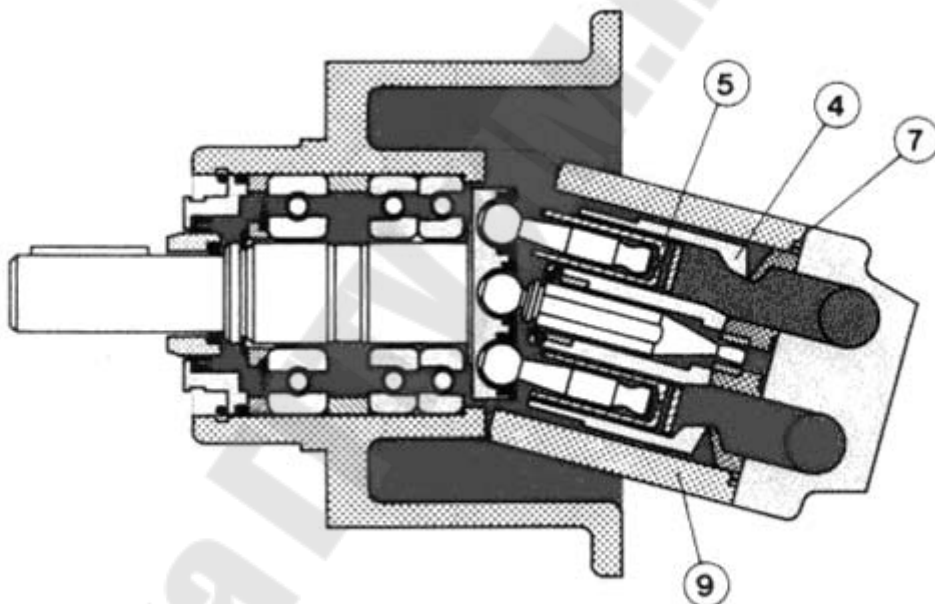


Рис.32.

Конструктивные особенности аксиально-поршневой машины с наклонным цилиндрическим блоком.

7 поршней/шаровых шарниров.

Сферическая поверхность распределителя и простая компоновка цилиндра.

Жесткая установка вала. Угол наклона от 0 до $\pm 25^\circ$.

Маслоподача осуществляется с помощью регулирующего устройства по мере вращения.

Преимущества

- Хорошее всасывание (даже на высоких скоростях).
- Хороший запуск (момент страгивания) двигателя.

- Возможна открытая установка машины.
- Хороший подсос.

Мы описывали действие машины, примененной в качестве насоса.

Применение аксиальной гидромашины в качестве **двигателя** основано на противоположном принципе действия. Здесь в двигатель поступает жидкость. Происходит преобразование давления и рабочего объема в крутящий момент. Давление здесь возникает благодаря сопротивлению двигателя (сопротивление груза).

Сопротивление двигателя соответствует требуемому крутящему моменту на ведомом валу. Скорость вращения ведомого вала зависит от величины расхода жидкости, то есть от расхода масла в единицу времени (обычно он измеряется в л/мин). Расход жидкости в двигателе соответствует производительности насоса.

Основные характеристики аксиально-поршневых машин

Рабочее давление

максимальное давление 400 бар постоянное давление 320 бар

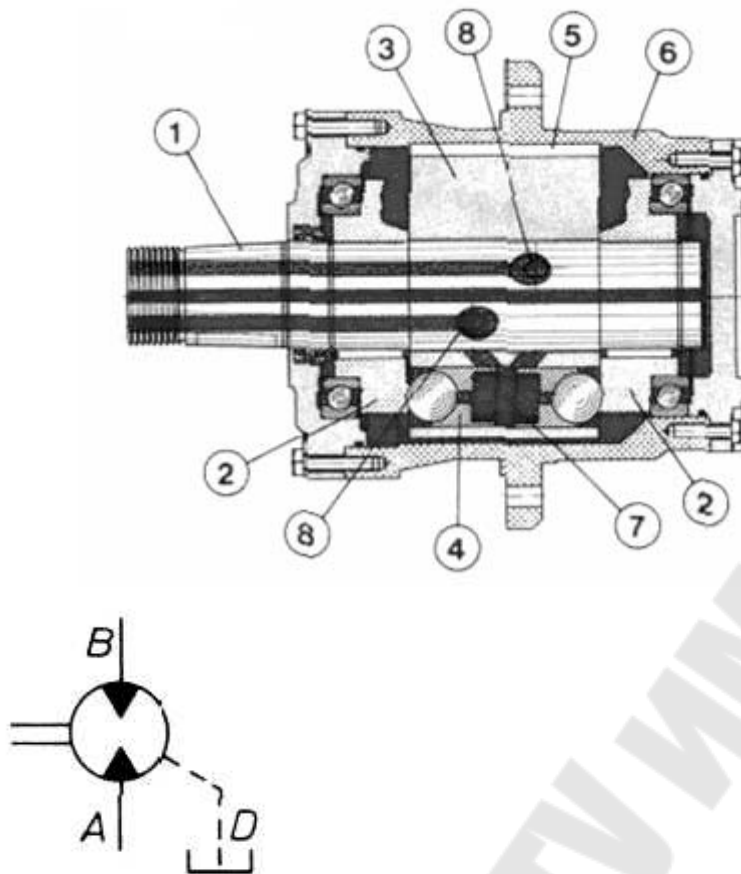
4.4 Малооборотные нерегулируемые гидромоторы

Малооборотные нерегулируемые гидромоторы в зависимости от расположения поршней бывают различных типов: аксиально- и радиально-поршневые.

В стандартном исполнении гидромотор, как правило, устанавливается на неподвижном валу. Передача силы происходит за счет вращения корпуса. Такой двигатель применяется, как правило, в лебедках, смесителях и приводах ходовой части.

Разумеется, существуют также гидромоторы с неподвижным корпусом и вращающимся валом.

При разработке двигателя (гидромотора) обычно требуется создать такой преобразователь энергии, который бы являлся **прямодействующим** приводом колес подвижных машин или который можно было бы применить, скажем, в качестве канатной лебедки.



Условное обозначение

Рис.33. Аксиально-поршневой гидромотор.

Гидромотор состоит из неподвижного вала 1, двух кулачков 2, смонтированных на обоих концах вала, и роторно-поршневого блока 3 (рис.33).

Ротор, расположенный между кулачками, в зависимости от типа двигателя имеет 5, 8 и 9 отверстий, предназначенных для установки поршня с шарнирами 4, и соединен призматической шпонкой с внешним корпусом 6.

Ротор 3 и корпус 6 вращаются вокруг неподвижного вала 1. Вращение ротора и корпуса возникает в результате действия меняющегося давления в камерах цилиндров 7. Возвратное движение поршней с шарнирами преобразуется во вращательное. Подача (красный цвет) и слив масла (голубой цвет) производятся через неподвижный вал гидродвигателя.

Регулирование производится с помощью расположенных в вале радиальных отверстий 8 (золотниковое распределение).

Реверс двигателя осуществляется по ходу путем изменения направления подачи и слива масла. Крутящий момент пропорционален разности

давления на входе и выходе двигателя. Скорость вращения пропорциональна расходу.

5. Гидроцилиндры



Рис.34.

Задачей гидроцилиндров является совершение прямолинейных возвратно-поступательных движений и передача возникающих при этом сил.

Максимальная сила цилиндра зависит от эффективной площади поршня и максимально допустимого рабочего давления:

$$F = p \cdot A.$$

Эта сила неизменна с момента начала и до конца хода поршня. Скорость поршня зависит от количества рабочей жидкости, поступающей в цилиндр в единицу времени, и от площади поршня. В зависимости от конструкции гидроцилиндр развивает силу давления или тяговое усилие.

Ниже приводится перечень наиболее распространенных видов гидроцилиндров.

Цилиндры одностороннего действия

Эти цилиндры способны передавать усилие только в одном направлении.

Плунжерные гидроцилиндры

Условное обозначение

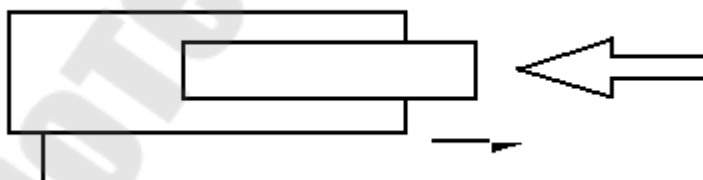


Рис.35.

Рабочая жидкость под давлением подается через точку подключения, действуя на поршень. Поршень выдвигается (\rightarrow). Для возврата поршня необходимо усилие извне (\leftarrow).

Гидроцилиндры с возвратной пружиной

Условное обозначение

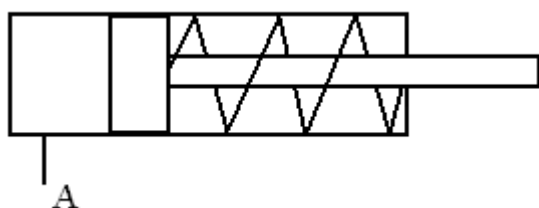


Рис.36.

Цилиндр гидравлически выдвигается. Возврат поршня производится с помощью пружины.

Гидроцилиндры двухстороннего действия

Гидроцилиндры двухстороннего действия способны передавать усилие в обоих направлениях.

Гидроцилиндр с односторонним штоком (дифференциальный гидроцилиндр)

Условное обозначение



Рис.37.

По мере поступления рабочей жидкости через точку подключения А шток выдвигается, а при поступлении рабочей жидкости через точку В - втягивается. Максимальное усилие зависит от эффективных поверхностей поршня (при выдвигении), площади сечения кольца (при втягивании) и максимально допустимого рабочего давления. Т.е. усилие при выдвигении больше усилия при втягивании поршня.

Заполняемые рабочей жидкостью полости цилиндра имеют одинаковую длину и отличаются друг от друга разной эффективной площадью.

Таким образом, скорость движения поршня обратно пропорциональна эффективной площади. Это означает медленное выдвигание и быстрое втягивание поршня.

Гидроцилиндр с двухсторонним штоком (цилиндр с синхронным ходом поршня)

Условное обозначение

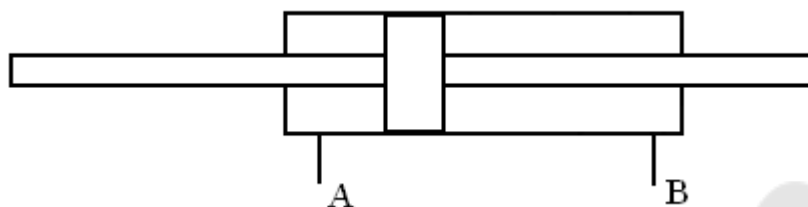


Рис.38.

При наличии двухстороннего штока эффективная площадь поршня и его кольца одинаковы. Таким образом, силы и скорости, действующие в обоих направлениях, равны.

Телескопический гидроцилиндр

Телескопический гидроцилиндр состоит из нескольких вставленных друг в друга поршней.

Условное обозначение.

Телескопический цилиндр одностороннего действия:

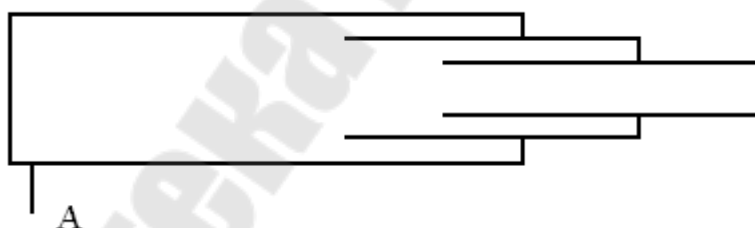


Рис.39.

С помощью цилиндров такого типа, занимающих сравнительно мало места, удастся получить большую мощность хода. Установочная высота не намного превышает высоту хода одного поршня.

При подаче рабочей жидкости через точку A, происходит последовательное выдвижение поршней. Давление зависит от величины нагрузки и эффективной площади. Первым выдвигается самый большой поршень.

При этом необходимое давление нарастает по мере выдвижения поршней, поскольку эффективная площадь поршней уменьшается, а нагрузка остается прежней.

При постоянной подаче рабочей жидкости скорость выдвижения непрерывно возрастает. Втягивание поршней происходит в обратном порядке, т.е. вначале в исходное положение возвращается самый маленький поршень.

Отношению площадей соответствует отношение максимальных сил выдвижения и втягивания поршня. Отношение скоростей выдвижения и втягивания обратно пропорциональны отношению площадей.

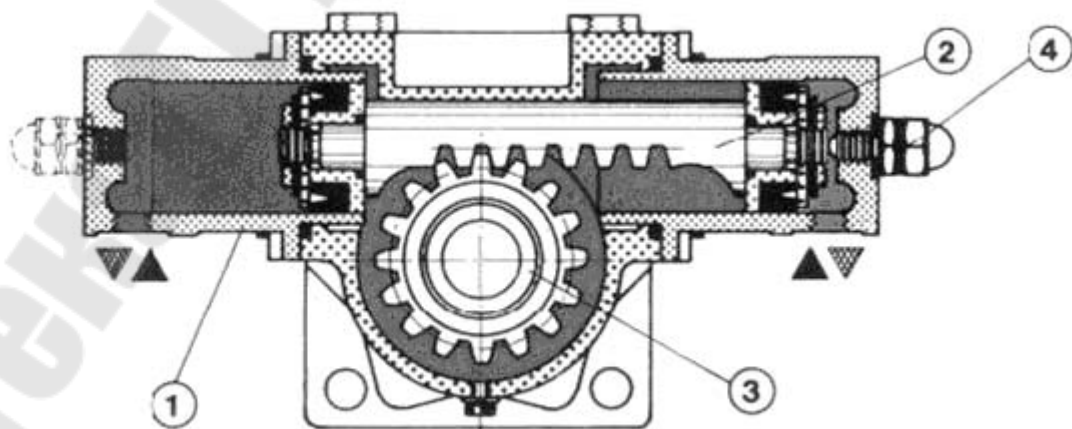
6. Поворотный гидропривод

В поворотных гидродвигателях, крутящий момент возникает за

счет поворота выходного звена на определенный угол.

Поворотный гидродвигатель состоит из корпуса 1, поршня двухстороннего действия с зубчатой рейкой 2 и шестерней 3.

Выполненная в виде зубчатой рейки средняя часть поршня приводит в действие шестерню. При подаче давления поршень перемещается и вращает шестерню. Крутящий момент ведомого вала зависит от рабочего давления, а скорость вращения — от подачи жидкости.



Условное обозначение





Рис.40.

Ход поршня, а, следовательно, и угол поворота ограничиваются установочным винтом 4.

Такой поворотный гидропривод развивает постоянный крутящий момент в пределах всего диапазона поворота. Существуют также другие типы поворотных гидродвигателей, например, двухцилиндровые, шибберные или кривошипно-шатунные приводы, в которых максимальная величина крутящего момента зависит от угла поворота выходного звена.

Основные характеристики

Угол поворота до 180°

Крутящий момент до 2650 даНм.

Рабочее давление до 160 бар.

7. Запорные клапаны

В гидросистеме запорные клапаны перекрывают подачу рабочей жидкости в одном направлении, позволяя ей течь в другом. Их называют еще обратными клапанами. Запорные клапаны имеют гнездовую конструкцию и перекрывают подачу жидкости без утечки. В качестве замыкающего элемента применяются шариковый или конусный затвор.

7.1. Простые обратные клапаны

Графическое обозначение

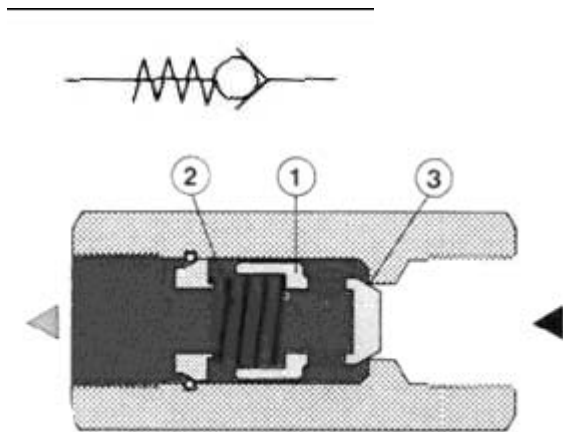


Рис.41.

На рисунке изображен простой обратный клапан в разрезе с конусным затвором 1, который удерживается пружиной 2 в гнезде 3 корпуса. Этот клапан может устанавливаться в любом положении, поскольку пружина постоянно удерживает конус в гнезде (рис. 41).

При течении рабочей жидкости в направлении, обозначенном на рисунке стрелкой, конус выходит из седла, открывая проходной канал. При течении жидкости в противоположном направлении давление потока и пружина плотно прижимают конус к гнезду, закрывая окно.

Давление открытия зависит от пружины, ее предварительного натяжения и площади конуса, на которую действует давление.

7.2. Обратные клапаны с гидравлической деблокировкой (гидрозамки)

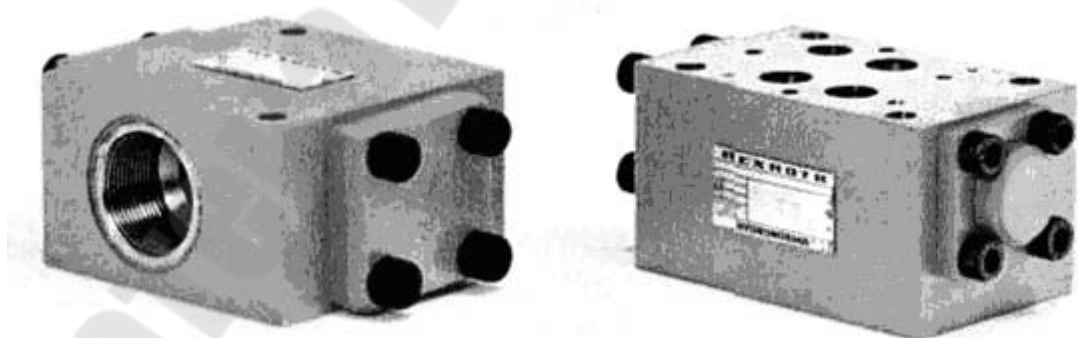


Рис.42.

Слева: обратный клапан с гидравлической деблокировкой и резьбовым подключением. Справа: двоянный обратный клапан с промежуточной плитой.

В отличие от простых обратных клапанов обратные клапаны с гидравлической деблокировкой могут открываться и в обратном направлении.

Эти клапаны применяются:

- для перекрытия рабочих систем, находящихся под нагрузкой
- в качестве предохранителей для предотвращения опускания груза при поломке трубопровода
- в качестве средства, предотвращающего постепенное опускание гидравлических зажимов потребителей.

Исполнение без присоединения магистрали для утечек

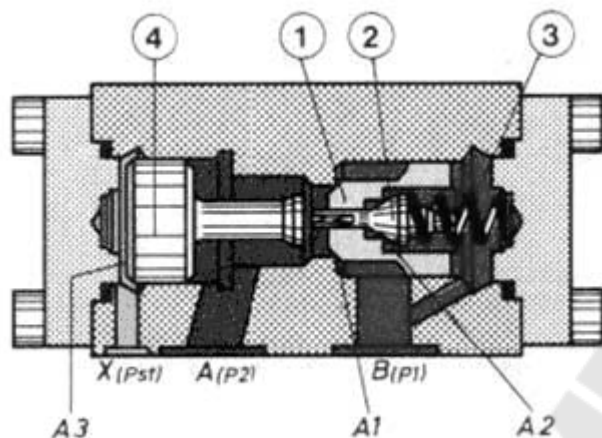


Рис.43.

На рисунке изображен клапан с конусом предварительного открытия, без присоединения для утечек

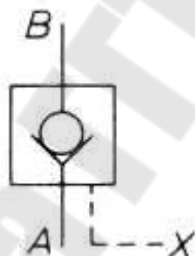


Рис.44. Условное обозначение клапана.

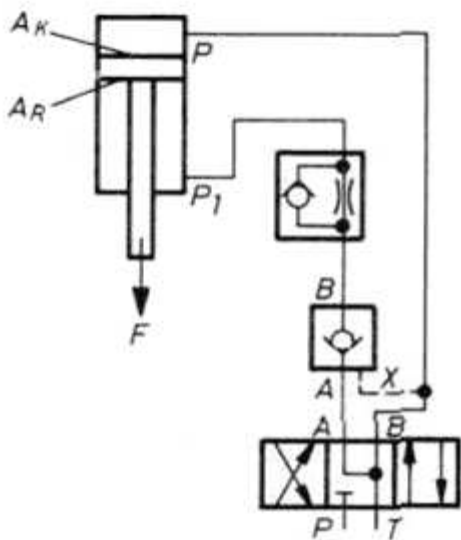
Обеспечивается свободное течение рабочей жидкости в направлении А—В; при течении жидкости в направлении В—А основной конус 1 с конусом предварительного открытия 2 удерживается в гнезде с помощью пружины 3 и давления в гидросистеме (рис. 43).

При подаче давления в точку подключения X линии управления распределительный поршень 4 смещается вправо, выталкивая из гнезда вначале конус предварительного открытия 2, а затем и основной конус 1. Жидкость течет через клапан в направлении В—А.

С помощью вспомогательного поршня осуществляется постепенное снятие напряжения находящейся под давлением жидкости. При этом удается избежать гидравлических ударов. Для того, чтобы обеспечить на-

дежное управление клапана с помощью распределительного поршня, необходимо обеспечить минимальное регулирующее давление.

Ниже приводится принципиальная схема обратного клапана с гидравлической деблокировкой, которая наглядно поясняет управление регулирующего давления (рис.45).



На принципиальной схеме показано, что в точке подключения А при применении гидравлической деблокировки давления не должно быть. Давление в точке А противодействовало бы регулируемому давлению распределительного поршня.

Рис.45.

8. Распределители

Назначение

С помощью распределителей регулируются пуск, остановка, направление течения рабочей среды и, следовательно, направление движения и положение потребителя (гидроцилиндра или гидромотора).

Обозначение распределителей соответствует числу полезных подключений (точки подключения линий управления в расчет не принимаются) и числу переключений по положению.

Клапан с двумя полезными подключениями и двумя переключениями по положению называется 2/2 ходовой клапан (рис.46).

Условное обозначение

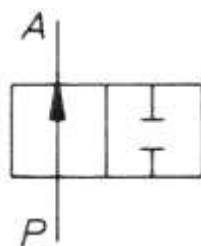


Рис.46.

Клапан с 4 полезными подключениями и 3 переключениями по положению сокращенно именуется 4/3 распределитель (рис.47).

Р - линия давления (насоса); Т – бак; А, В-- точки подключения потребителей.

Условное обозначение

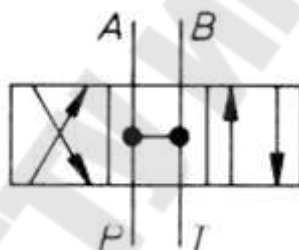


Рис.47.

Маркировка точек подключения всегда производится в исходном положении.

Распределительные клапаны по своей конструкции подразделяются на две группы:

- 1) распределительные седельные клапаны
- 2) распределители (золотники)

Различают клапаны прямого управления и клапаны предварительного управления.

Вид управления клапана зависит в первую очередь от величины усилия управления и, следовательно, от типоразмера клапана.

8.1. Распределительные седельные клапаны

Распределительные седельные клапаны существенно отличаются от распределителей (золотников) тем, что они перекрывают подачу рабочей жидкости без утечки. С помощью золотников этого достичь невозможно, так как между поршнем и корпусом всегда должен существовать зазор.

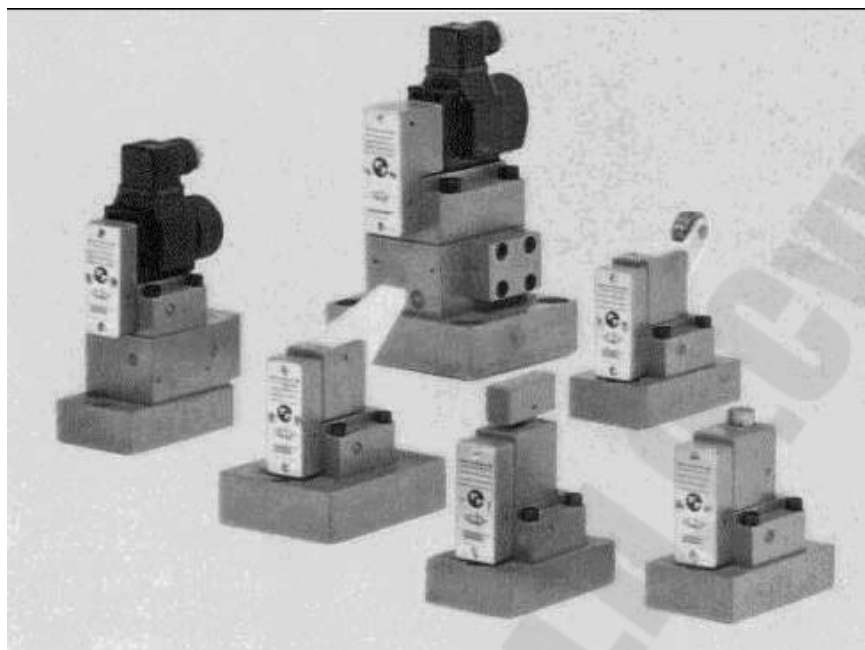


Рис.48.

На рис.48. изображены распределительные седельные клапаны с электрическим и ручным управлением

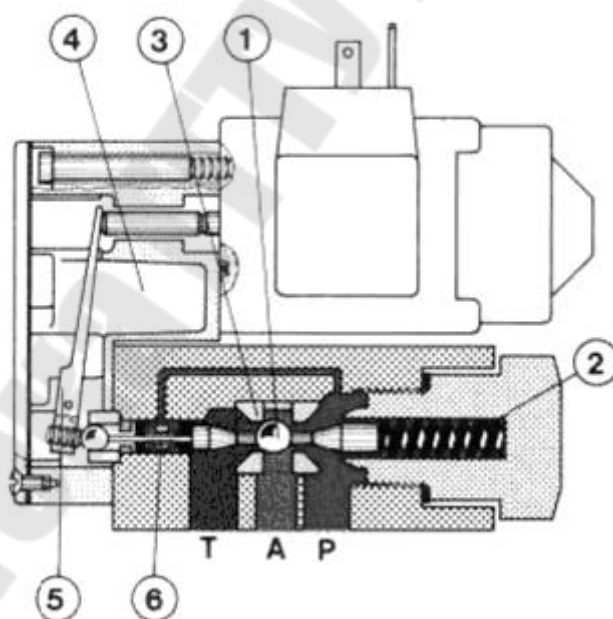


Рис.49.

3/2-ходовой седельный клапан с одним шаровым затвором.

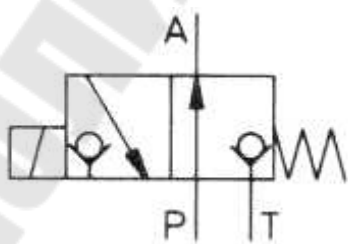


Рис.50. Условное обозначение

В качестве затвора применяется шар 1, который в исходном положении удерживается в гнезде 3 пружиной 2 (рис.49).

В исходном положении проходной канал P- -A открыт, а точка подключения T закрыта. Переключение клапана производится с помощью магнита или вручную с помощью соединенного с адаптером 4 рычага 5, оснащенного регулировочным винтом, шаром и толкателем.

Под действием силы шар уходит вправо и прижимается пружиной 2 в гнездо.

Теперь отверстие P перекрыто, а канал A— T открыт. Толкатель 6 в обоих направлениях герметизирован с помощью манжеток с набивными кольцами. Полость между двумя прокладками соединена с каналом P.

Таким образом, удается выровнять давление на толкателе, не преодолевая давления, действующего на шар.

Седельные клапаны такой конструкции применяются при рабочем давлении до 630 бар.

В момент переключения точки подключения соединяются. Однако в седельных клапанах невозможно получить множества вариантов подключений, характерных для золотниковых распределителей. Это объясняется конструктивными особенностями седельных клапанов.

8.2. Распределители (золотники)

Распределители (золотники) делятся на золотниковые (плунжерные) распределители и вращающиеся золотники. Наиболее часто применяется золотниковый (плунжерный) распределитель обладающий целым рядом преимуществ.

Преимущества золотникового (плунжерного) распределителя:

- простота конструкции;
- большая разрывная мощность по сравнению с вращающимся золотником;
- отличная компенсация давления и, следовательно, малое усилие управления (см. седельный клапан);
- малые потери;
- большое число функций управления.

4/3-ходовой распределитель. Ручное управление с помощью рычага.

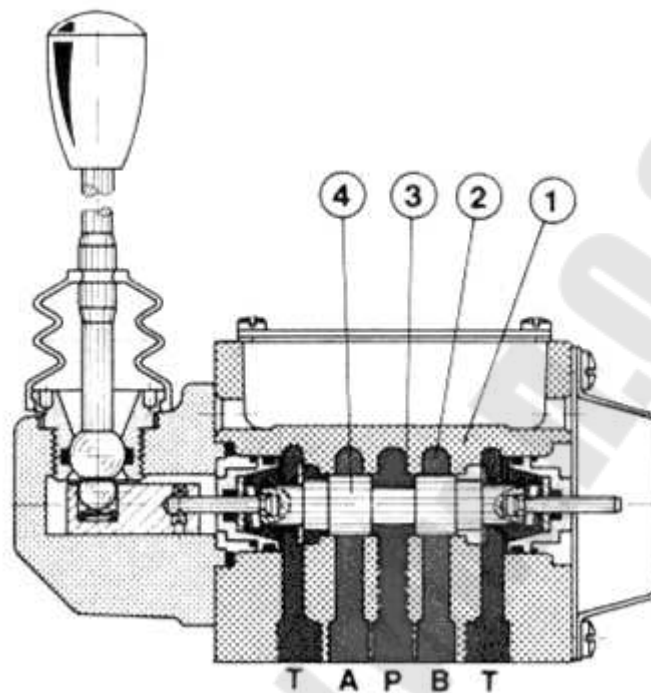


Рис.51.

Условное обозначение

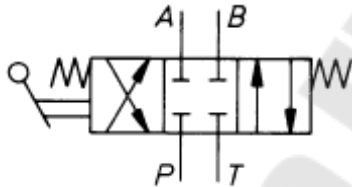


Рис.52.

Конструкция: (рис.51)

Вокруг продольного отверстия в корпусе 1 проделаны кольцевые каналы 2 (как правило, каналы отливаются). Через продольное отверстие проходят кольцевые каналы.

Таким образом, в корпусе образуются распределительные кромки 3. В продольном отверстии находится подвижный распределительный поршень 4.

Двигаясь, распределительный поршень соединяет или разъединяет кольцевые каналы, соединенные с одной из точек подключения. Соединение и разъединение каналов происходит синхронно и точно регулируется.

От формы поршня зависят различные функции управления. Форма корпуса при этом, как правило, не меняется.

В изображенном распределителе все точки подключения Р, Т, А и В в исходном положении разъединены. Если поршень движется вправо, то точка подключения Р соединяется с В, а точка подключения А с Т.

Герметизация отдельных кольцевых каналов осуществляется за счет зазора между поршнем и корпусом. В отличие от седельных клапанов достичь полной герметичности уплотнений здесь невозможно. Герметичность зависит от размеров зазора и вязкости жидкости. Описываемая конструкция распределителя непригодна для водных сред. Однако, при работе с масляными средами она обладает достаточной герметичностью.

Механическое управление



Рис.53.

Слева направо изображено: Управление с помощью роликового толкателя. Управление с помощью вращающейся ручки. Управление с помощью ручного рычага

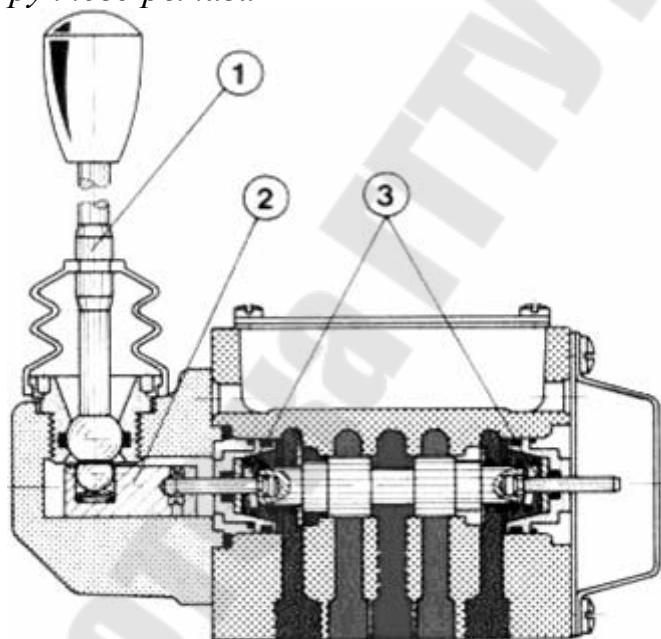


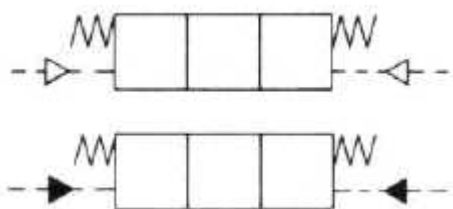
Рис.54.

На рисунке (54) изображено управление распределительного поршня с помощью ручного рычага 1.

Поршень прочно соединен с механизмом управления 2 и следует его движению. Возврат поршня осуществляется с помощью пружин 3, которые после прекращения действия силы управления (например, после того как ручной рычаг отпущен), возвращают поршень в исходное положение.

ние. Если рычаг оснащен храповиком, то положение рычага фиксируется и может быть изменено только при повторном нажатии (в роликовом толкателе это невыполнимо).

Гидравлическое и пневматическое управление



Условные обозначения:

Рис.55. Гидрораспределители с пневматическим и гидравлическим управлением и центрирующей пружиной.

Электрическое управление

Магнитное управление в различном исполнении

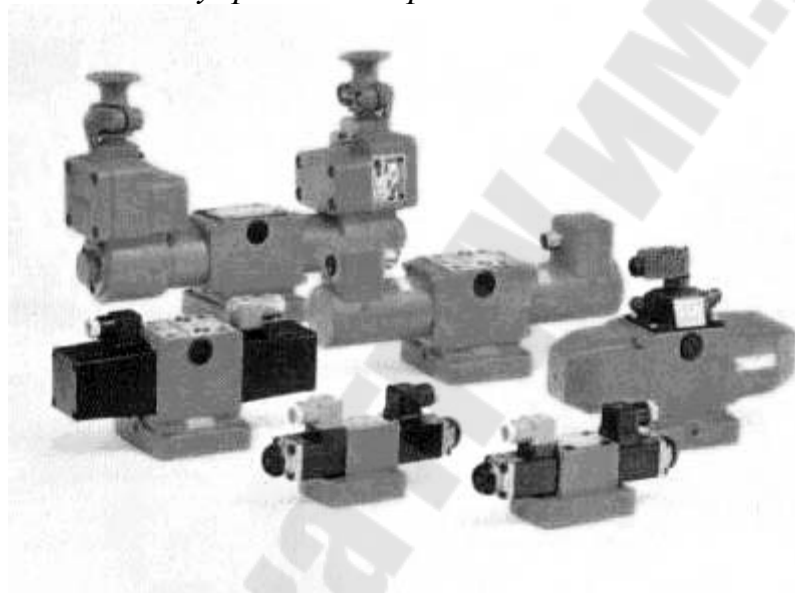


Рис.56.

Весьма распространено магнитное управление, обеспечивающее автоматическое управление многих операций. Применяются магниты управления 4 типов.

— Магнит постоянного тока, работающий в воздушной среде. Его называют сухим магнитом.

— Магнит постоянного тока, работающий в масляной среде, именуемый "влажным" магнитом. Анкер магнита находится в масляной среде.

— Магнит переменного тока, работающий в воздушной среде.

— Магнит переменного тока, работающий в масляной среде.

Магнит постоянного тока обладает высокой надежностью и обеспечивает мягкое переключение. Он не перегорает, даже если поршень внезапно останавливается. С помощью этого магнита обеспечивается высокая частота переключений.

Магнит переменного тока отличается быстротой переключения. Однако если якорь магнита не доходит до конечного положения, то магнит через определенное время (1-1,5 часа для работающих в масляной среде, 10-15 минут для работающих в воздушной среде) перегорает.

Магнит, работающий в масляной среде, рекомендуется применять в установках, работающих на открытом воздухе и во влажном климате. Поскольку якорь магнита находится в масляной среде, уменьшается износ, понижается сила удара якоря и обеспечивается хорошая теплопередача.

Для наглядности на рис.57 слева изображен магнит переменного тока 1, а справа магнит постоянного тока 2. Оба работают в воздушной среде.

В данном случае распределитель имеет два положения включения. Причем поршень в исходное положение возвращает не пружина. Речь идет о так называемом импульсном золотнике.

По мере возбуждения магнитной катушки якорь с помощью толкателя приводит в движение поршень управления. Включается магнит переменного тока 1, который движет поршень вправо (правое положение включения).

Якорь магнита, работающего в воздушной среде, герметически отделен от канала бака с помощью прокладок, установленных во втулках 3.

Пружины фиксируют втулку 3.

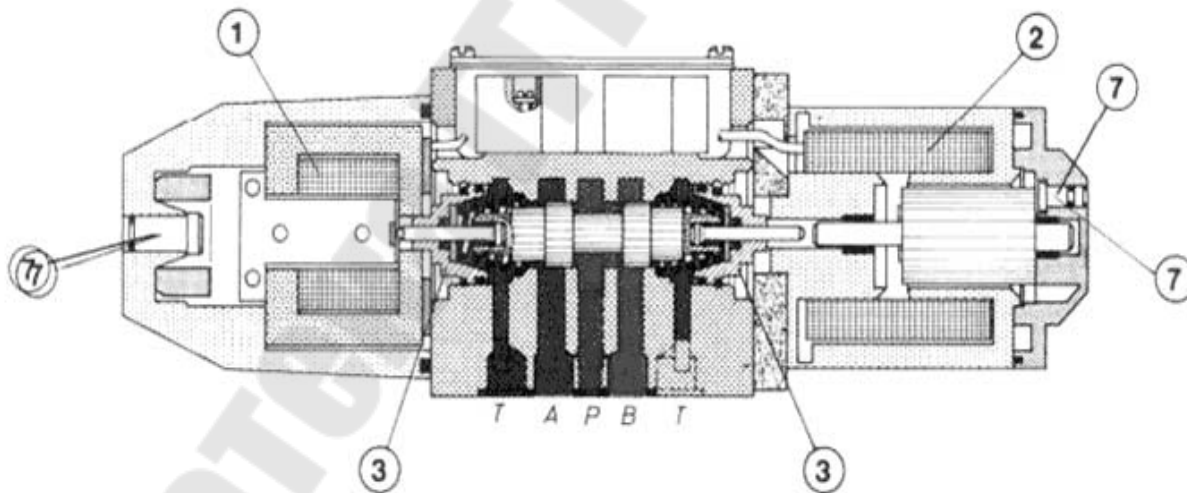


Рис.57.

Опираясь на корпуса магнитов, пружины 6 с помощью втулки и шайбы центрируют поршень в нейтральном положении.

В отличие от распределителей с магнитами, работающими в воздушной среде, распределительный поршень масляных клапанов имеет ровную поверхность и приводится в движение толкателем, крепящимся к якорю магнита.

Каналы Р, А и В отделены друг от друга перемычками, Канал Т такой перемычки не имеет. Он выходит наружу и закрывается элементом управления или крышкой.

9. Клапаны давления

Задачей напорных клапанов является регулирование давления в гидросистеме или в каком-то узле установки.

В зависимости от назначения эти клапаны делятся на три группы;

1. Предохранительные клапаны (для ограничения давления)
2. Клапаны подключения давления. Клапаны отключения давления.
3. Редукционные клапаны (клапаны регулирования давления).

Клапаны могут иметь прямое или предварительное управление.

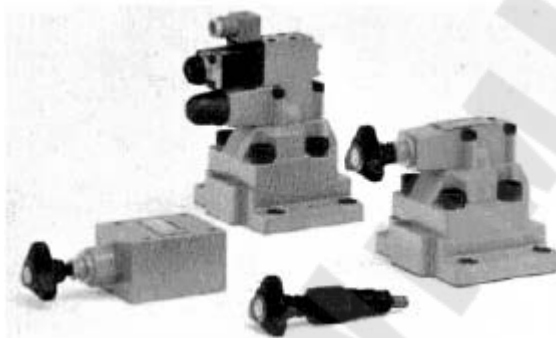


Рис.58.

На фотографии изображены предохранительные клапаны с прямым или предварительным управлением

9.1. Предохранительные клапаны с прямым управлением

Вначале необходимо в общих чертах ознакомиться с принципом работы напорного клапана с прямым управлением (рис.59).



Затвор 1 прижимается к гнезду 3 пружиной 2. Усилие, с которым затвор прижимается к гнезду, соответствует размеру и силе предварительного натяжения пружины. Полость пружины в направлении бака разгружена.

Рис.59.

Давление в гидросистеме действует на площадь затвора. Давление, помноженное на площадь, равняется силе, противодействующей усилию пружины. С увеличением давления эта сила возрастает. До тех пор, пока усилие пружины превышает давление, затвор остается в гнезде. Когда давление превысит усилие пружины, затвор отожмет пружину, от-

крывая входной канал. Излишек рабочей жидкости стекает назад в бак. Например, если потребитель не забирает жидкость, то она целиком проходит через клапан. Т.е. клапан открывается на расстояние, необходимое, чтобы обеспечить равновесие между давлением и усилием пружины. Отверстие колеблется в зависимости от количества поступающей рабочей жидкости. Давление, регулируемое силой пружины, не увеличивается. Такие клапаны называют еще ограничительными.

Условное обозначение

Предохранительный клапан с прямым управлением

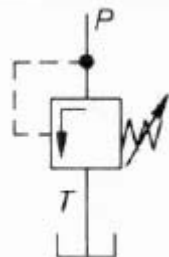


Рис.60.

9.2. Предохранительные клапаны с предварительным управлением

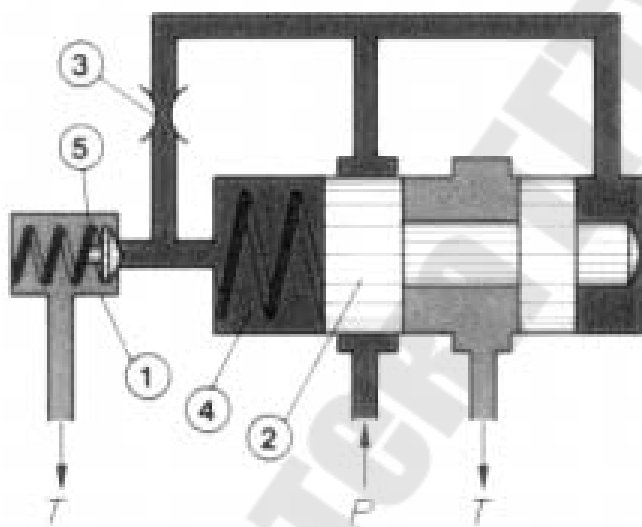


Рис.61.

Существующее в системе давление (красный цвет) подается через канал P. на правую сторону, через сопло 3 на левую сторону основного поршня и конус клапана предварительного управления. В состоянии покоя на обе стороны поршня действует одинаковое давление. Благодаря тому, что обе стороны поршня имеют одинаковую площадь, поршень сбалансирован. Пружина 4 удерживает поршень в изображенном на рисунке исходном положении. Каналы P и T разделены. Давление включения

При наличии большого расхода жидкости применяются предохранительные клапаны с предварительным управлением. Они сконструированы по принципу напорного клапана.

Напорный клапан с предварительным управлением состоит из вспомогательного клапана 1 (клапана предварительного управления) и основного клапана 2.

основного клапана регулируется с помощью пружины 5 вспомогательного клапана.

Когда давление в гидросистеме достигает установленного на вспомогательном клапане значения, жидкость через сопло и конус предварительного управления стекает в бак. В сопле возникает перепад давлений, т.е. на стороны основного поршня действует разное давление. Когда сила поршня, равная разности давлений помноженной на площадь поршня, превысит усилие пружины 4, основной поршень движется влево, а излишек рабочей жидкости из гидросистемы стекает в бак.

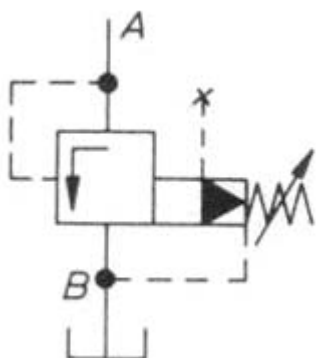


Рис.62. Условное обозначение предохранительного клапана с предварительным управлением.

9.3. Клапаны подключения и отключения давления



Рис.63. Клапаны подключения давления с прямым и предварительным управлением

Клапаны подключения и отключения давления имеют примерно ту же конструкцию, что и предохранительные клапаны. От предохранительных клапанов они отличаются тем, что устанавливаются в магистрали главного потока. Когда достигается заданное давление, они включают или отключают гидросистему.

Клапаны для подключения давления с прямым управлением

Эти клапаны состоят из корпуса 1, распределительного поршня 2, пружины или пружин 3 с регулирующим устройством 4 и обратного клапана 5 (рис. 64).

В отличие от предохранительных клапанов в качестве замыкающего элемента (затвора) здесь применяется поршень, позволяющий производить точную регулировку давления. Пружина удерживает поршень в исходном положении. Клапан перекрыт. Давление в гидросистеме в точке подключения А передается через расточки и сопло поршня на поверхность, расположенную напротив пружины.

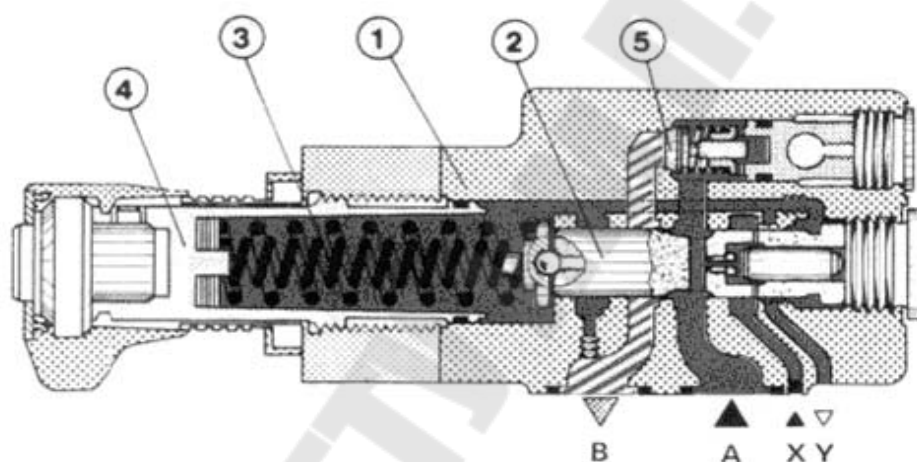


Рис. 64.

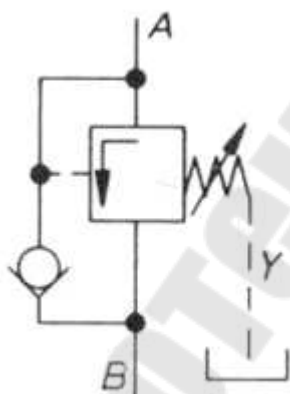


Рис. 65. Условное обозначение.

Эффективной площадью является площадь поршенька, который справа упирается в резьбовую пробку. Когда давление в точке подключения А достигает установленного значения, поршень движется влево, открывая канал А—В. Таким образом, происходит включение соединенной с точкой В гидросистемы. Причем давление в точке А не падает. Применение поршенька в распределительном поршне, т.е. малая площадь, зависит

от ступени давления (пружины). При минимальной ступени давления (максимальное давление этой ступени составляет 25 бар) поршень не нужен. В этом случае нагружается только большой поршень. По мере возрастания давления возникает необходимость в поршеньке. При максимально допустимом давлении на выходе 210 бар применяются две пружины. Подача рабочей жидкости в контур управления может осуществляться извне через точку подключения X. Сопло в поршне заменяется резьбовой пробкой. В этом случае по достижении заданного давления клапан отключается независимо от давления на входе. От назначения клапана (следящий клапан или клапан отключения давления) зависит и вид слива рабочей жидкости из контура управления (внешний через точку подключения Y или внутренний).

Применив обратный клапан 5, можно изменить направление течения жидкости в клапане подключения давления. В этом случае жидкость течет из В в А.

9.3. Редукционные клапаны



Рис.66.

Эти клапаны называют еще клапанами регулирования давления или редукторами давления.

С помощью редукционного клапана производится ограничение давления на выходе (вторичный контур). Давление на выходе остается постоянным, даже если давление на входе (первичный контур) превышает установленное значение. Таким образом, можно уменьшить давление в каком-то узле гидросистемы.

Редукционные клапаны с прямым управлением

Управление клапанами осуществляется с помощью поршня 1, находящегося в корпусе 2 и удерживаемого в исходном положении с помощью пружин 3. В отличие от предохранительных клапанов и клапанов

включения давления, редуциционный клапан устанавливается в открытом положении (рис. 67).

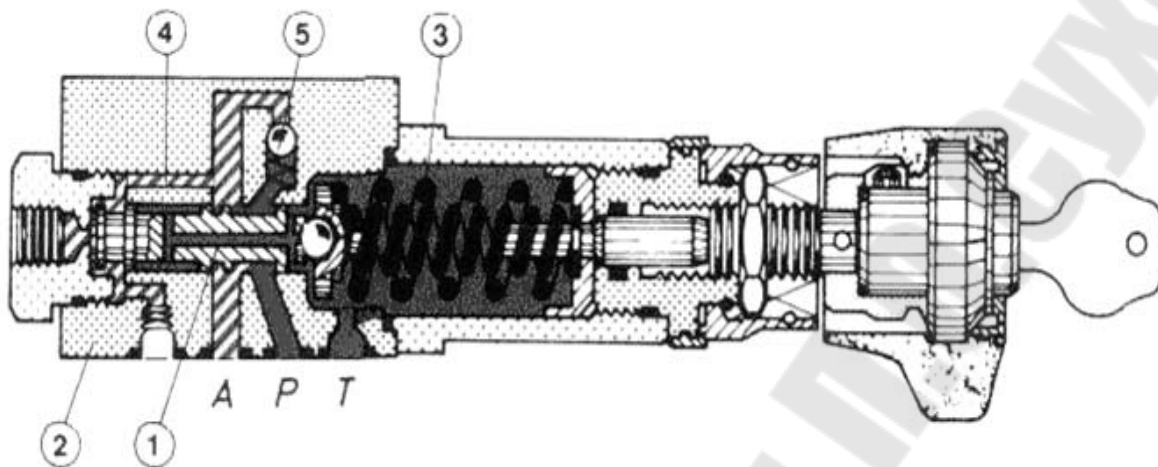
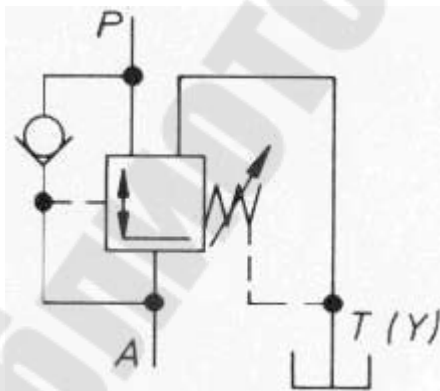


Рис.67. Редуциционный клапан с прямым управлением.

Рабочая жидкость течет в направлении Р -А. Давление на выходе (точка подключения А) поступает через магистраль управления на левую сторону поршня. Когда давление достигает регулируемого пружиной значения, поршень приходит в движение, уменьшая подачу рабочей жидкости из Р в А.

На выход клапана поступает только такое количество жидкости, которое в состоянии забрать потребитель через подключенную к точке А гидросистему. Если потребитель не забирает жидкость, например, если он находится в конечном положении, клапан перекрывается. Редуциционный клапан в трехпозиционном исполнении, изображенный на рисунке в разрезе, имеет предохранитель от забросов давления во вторичном контуре. В случае, если давление в потребителе нарастает вследствие применения какого-то внешнего усилия, распределительный поршень продолжает двигаться и прижимается к пружине. Таким образом, точка подключения А с



помощью поршня соединяется с баком, в который жидкость сливается до тех пор, пока давление не начнет снова возрастать.

Для автономного слива жидкости от потребителя производится параллельное подключение обратного клапана 5.

Рис.68. Условное обозначение

10. Поточные клапаны (дроссели).

Поточные клапаны служат для регулирования скорости движения потребителей путем изменения поперечного сечения потока жидкости.

Они позволяют осуществлять бесступенчатое регулирование скорости.

В соответствии с их свойствами поточные клапаны делятся на четыре группы:

1) дроссельные клапаны, зависящие от давления и вязкости рабочей жидкости;

2) дроссельные клапаны, не зависящие от давления, но зависящие от вязкости рабочей жидкости;

3) клапаны регулирования потока, не зависящие от давления, но зависящие от вязкости рабочей жидкости;

4) клапаны регулирования потока, не зависящие от давления и вязкости рабочей жидкости.

Дроссельные клапаны

Расход жидкости через дроссельные клапаны зависит от перепада давления в дросселирующей щели, т.е. чем больше Δp , тем больше расход течения. Чем меньше длина дросселя l , тем меньше зависимость расхода от изменения вязкости. Отсюда можно сделать вывод, что чем текучее жидкость, тем выше расход течения жидкости.

Форма дросселирующей щели также определяет зависимость расход течения жидкости от вязкости.

Дроссельные клапаны применяются в тех случаях, когда имеется постоянное рабочее сопротивление, а изменение скорости при изменении нагрузки не играет роли или даже желательно.

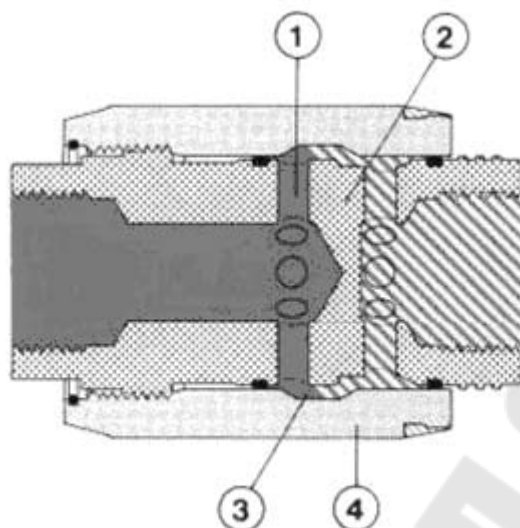


Рис.69. Простой дроссельный клапан.
Условное обозначение



Характеристики этих дроссельных клапанов зависят от давления и вязкости рабочей жидкости.

Через боковые расточки 1 в корпусе 2 рабочая жидкость подается в дросселирующую щель 3, которую образуют корпус и регулируемая втулка 4. Вращая втулку можно бесступенчато регулировать кольцеобразное сечение дросселирующей щели. Дросселирование производится в обоих направлениях (рис. 69) .

Если дросселирование должно происходить только в одном направлении, необходимо установить обратный клапан.

Рис. 2

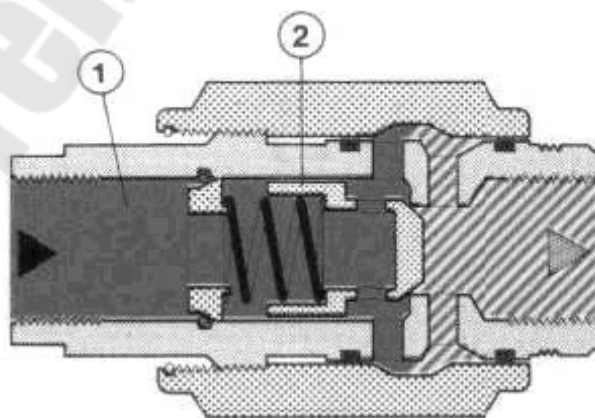
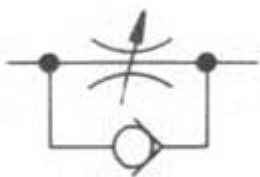


Рис.70. Дроссельный обратный клапан.

Условное обозначение



Жидкость, поступающая в направлении дросселирования, подается на обратную сторону 1 конуса 2 обратного клапана. Конус обратного клапана прижимается к гнезду. Дросселирование производится также как и в дроссельном клапане.

При дросселировании в обратном направлении жидкость давит на торцевую поверхность обратного клапана. Конус выталкивается из гнезда. Жидкость без дросселирования течет через клапан. При этом части жидкости проходит через кольцевой зазор, очищая его.

11. Сервоклапаны

Понятие "серво" приобрело в наше время широкое распространение. Как правило, это понятие употребляется в качестве обозначения функции преобразования слабого сигнала на входе в сильный сигнал на выходе.

Наиболее известно рулевое сервоуправление автомобиля, где руль, приводная сила которого невелика, передает на колеса большое усилие.

Точно также дело обстоит и в сервогидравлике. Выходной сигнал малой мощности, например, 0.08 ватт, преобразуется в аналоговый сигнал мощностью в несколько сот киловатт. Однако сервоклапаны применяются не только в аналоговом управлении.

В отличие от клапанов пропорционального действия они применяются главным образом в электрогидравлических системах регулирования (следящих системах), например, в системах стабилизации (удержание в заданном положении под нагрузкой) и в системах регулирования скорости (поддержание заданной скорости).

Поскольку понятия "управление" и "регулирование" (слежение) часто путают, необходимо вкратце пояснить эти понятия.

Под термином "управление" в технике автоматического регулирования следует понимать систему, задающую нужный параметр. То есть действительное значение в задающих системах (системах управления) не контролируется и не исправляется.

Пример из гидравлики: на поточном клапане задается установочное движение, от которого зависит расход жидкости.

В следящей системе (системе регулирования) мы имеем заданное входное значение и действительное значение (регулируемая величина), которое постоянно измеряется, преобразуется и сравнивается с заданным значением. В случае отклонения действительного значения от заданного дается сигнал разности двух значений, и система регулирования вносит поправку.

Таким образом, задачей следящей системы (системы регулирования) является постоянная компенсация действительного значения в соответствии с заданным и коррекциями помех.

Малый электрический сигнал на входе сервоклапана в аналоговом устройстве преобразуется в гидравлический сигнал на выходе (давление, расход).



Рис.71. Двухступенчатые сервоклапаны.

В середине (внизу) отдельно представлена первая ступень сервоклапана.

Двухступенчатые сервоклапаны состоят из первой ступени (электродвигатель 1 и гидроусилитель 2) и второй ступени.

Поясним вначале первую ступень (рис.72) .

Электродвигатель 1, состоящий из постоянного магнита 3, катушек 4 и якоря с заслонкой 5, преобразует малый сигнал на входе в пропорциональное движение заслонки.

Якорь и заслонка образуют один блок, который крепится к тонкой эластичной трубе 6. Эта труба одновременно герметизирует двигатель, отделяя его от гидравлической части. Применяется сухой электродвигатель.

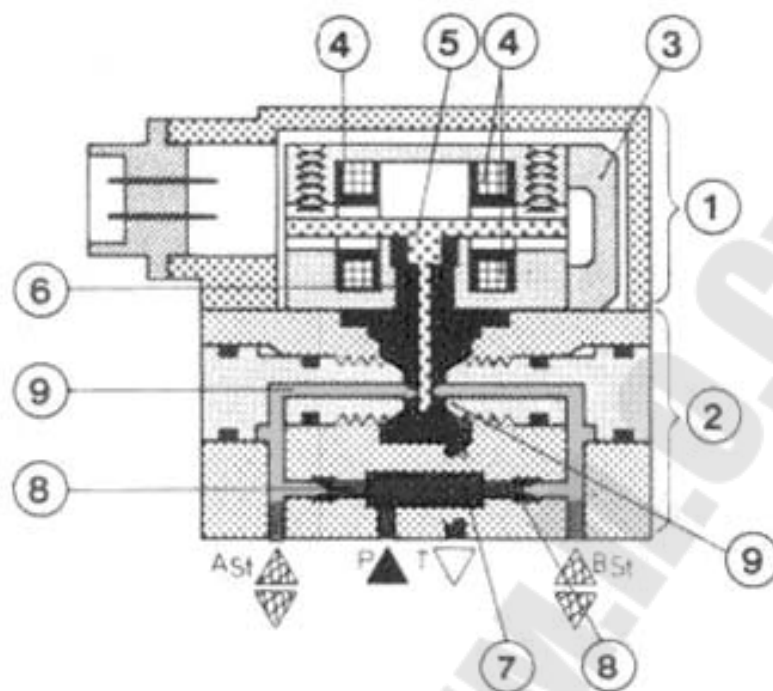


Рис. 72.

Электрический сигнал возбуждает катушки магнита, приводя якорь против пружинящего усилия трубы, в движение. Направление движения якоря зависит от знака тока на входе. Момент силы, действующий на трубу и движущий заслонку, пропорционален величине тока управления. Когда ток управления выключен, труба (возвратная пружина) возвращает якорь и заслонку в исходное положение. Такая передача движущего момента в двигателях подобной конструкции имеет ряд преимуществ; отсутствие трения, малый гистерезис и гидроизоляция двигателя (в рабочей среде отсутствует магнитное поле). Преобразование движения заслонки в гидравлическую величину происходит в гидроусилителе 2.

В качестве гидроусилителя применяется элемент сопло — заслонка.

Для наглядности поясним его функцию на принципиальной схеме (рис. 73).

Этот элемент состоит из двух нерегулируемых сопел D1 и двух регулируемых сопел D2. Возникающее на обеих сторонах давление управления p_{st} регулируется с помощью сопел D1 и D2 (= падению напряжения, регулируемому с помощью электрического сопротивления).

Поскольку сопла имеют одинаковое сечение, то давление над соплами падает одинаково (например, $p_{st} = 100$ бар, $p_A = 50$ бар, $T = 0$).

Когда заслонка Р приходит в движение, расстояние между ней и

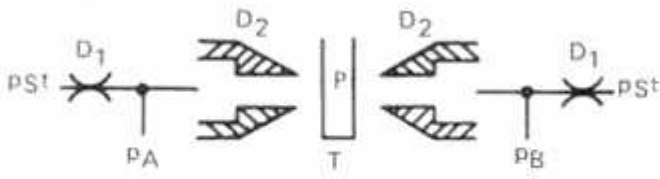


Рис.73.

регулируемыми соплами уменьшается, например, заслонка движется влево. Расстояние между заслонкой и соплом D_2 , расположенном слева, уменьшается, а между заслонкой и соплом D_2 , расположенном справа, увеличивается. Изменение давления p_A и p_B происходит в обратном порядке. Давление p_A увеличивается, а давление p_B уменьшается. В качестве сигнала используется перепад давления $p_A - p_B$.

Режим работы сопел точно согласован. Таким образом, перепад давления

представляет собой линейную графическую характеристику посредством тока.

Система сопло — заслонка изображена на рисунке 72, позиция 2.

Подача рабочей жидкости в контур управлений производится через точку подключения Р. Жидкость проходит через небольшой защитный фильтр 7, поступая вначале в нерегулируемые сопла 8 и затем в регулируемые сопла 9.

Съем давления p_A и p_B производится между нерегулируемыми и регулируемыми соплами через точки подключения A_{st} и B_{st} .

Этот перепад давления передается на поршень управления второй ступени (рис.74).

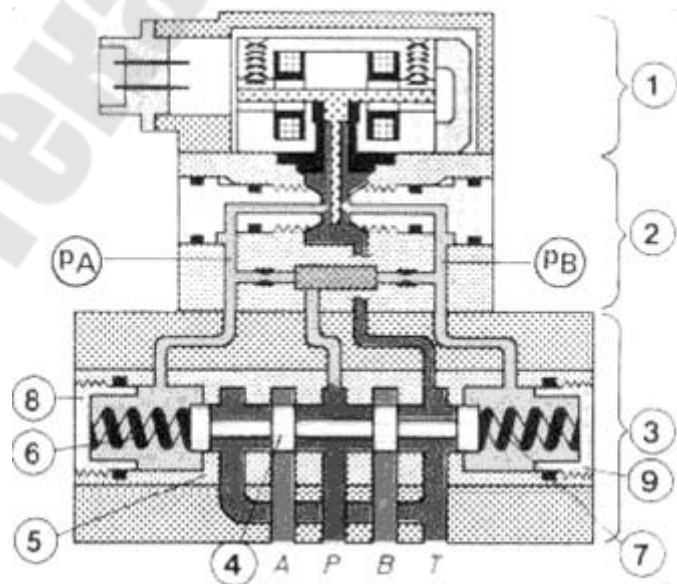
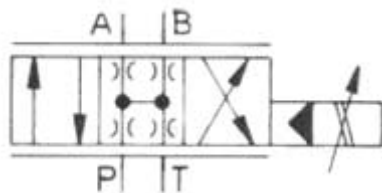


Рис.74.

Двухступенчатый сервоклапан с центрирующими пружинами (барометрическая обратная связь).

Рис. 75. Условное обозначение



Двигатель управления 1: преобразование тока i в расстояние s
Гидравлический усилитель 2: преобразование расстояния s в перепад

давления Δp .

Вторая ступень 3: преобразование перепада давления Δp в расход Q .

Вторая ступень представляет собой золотник, поршень управления 4 которого

помещается в износостойкой втулке (в другом исполнении поршень находится непосредственно в корпусе золотника) и центрируется двумя нажимными пружинами 6 и 7. Поршень и втулка управления притираются таким образом, что достигается почти нулевое перекрытие. В зависимости от типа гидросистемы на практике применяется небольшое положительное или отрицательное перекрытие.

При нулевом сигнале на входе первой ступени ($i = 0$) заслонка находится в среднем положении. Давление между нерегулируемыми и регулируемыми соплами одинаково ($p_A = p_B$).

На обе стороны поршня управления действует одинаковое давление. Поршень находится в нейтральном положении. Точки подключения P, A, B и T при нулевом перекрытии, изображенном на рисунке 74, закрыты. Когда по сигналу управления заслонка уходит влево, давление в полости пружины 6 возрастает, а давление в полости пружины 7 падает. Перепад давления заставляет поршень управления 4 двигаться вправо в направлении пружины 7 до тех пор, пока силы, действующие на обе стороны поршня, не уравновесятся. Поршень занял заданное положение. Чем больше перепад давления, тем сильнее сигнал на входе, тем больше движение поршня в том или ином направлении. Чем больше ход поршня, тем больше сечение отверстия канала P - A или P - B, тем больше расход, тем выше скорость потребителя. С помощью установочных винтов 8 и 9 можно снаружи регулировать силу натяжения пружины и, следовательно, положение поршня относительно распределительной кромки.

12. Гидроаккумуляторы

Гидроаккумулятор служит для накопления находящейся под давлением рабочей жидкости и последующей отдачи ее потребителю. В гидравлической системе аккумулятор может выполнять различные функции.

Например:

- Гидроаккумулятор применяется в качестве *резерва находящейся под давлением рабочей жидкости*. В этом случае гидронасос не производит работу в максимальном режиме. Он выполняет периодическую работу по наполнению гидроаккумулятора, если в процессе работы количество рабочей жидкости в гидросистеме меньше подачи гидронасоса. Когда требуется максимальная подача, то недостающее количество рабочей жидкости поступает из гидроаккумулятора. То есть гидроаккумулятор заменяет высокопроизводительный насос с приводом большой мощности в тех случаях, когда необходимо обеспечить максимальную подачу жидкости.

- Кроме того, гидроаккумулятор применяется в качестве *аварийного агрегата*, который в случае выхода из строя гидронасоса или привода гидронасоса обеспечивает бесперебойную работу всей гидросистемы.

- Далее, гидроаккумулятор применяется для *компенсации потерь от утечки* в целях поддержания одинакового давления в течение длительного времени,

- для *компенсации объема рабочей жидкости* при температурных колебаниях, например, в закрытой гидросистеме,
- для *уменьшения пиков давления* при переключении,
- для *уменьшения пульсации* и колебаний давления в гидронасосах,
- для *компенсации энергии торможения*.

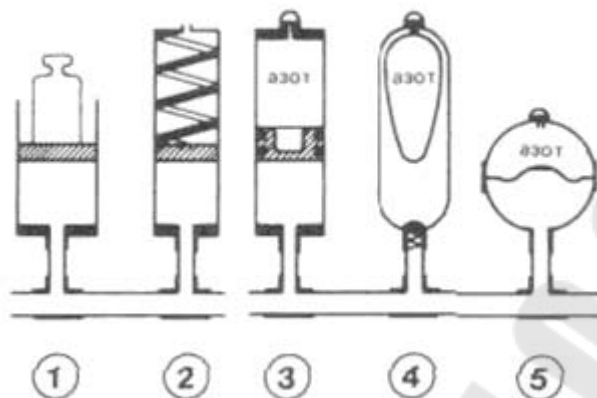


Рис. 76.

Существуют гидроаккумуляторы следующих типов:

- 1 *грузовые гидроаккумуляторы;*
- 2 *пружинные гидроаккумуляторы;*
- 3 *поршневые гидроаккумуляторы;*
- 4 *гидроаккумуляторы с эластичной камерой;*
- 5 *мембранные гидроаккумуляторы.*

Грузовые и пружинные гидроаккумуляторы в промышленности почти не применяются. Чаще всего применяются газовые гидроаккумуляторы. В газогидравлических аккумуляторах энергия накапливается в результате сжатия газа (азота). В зависимости от конструкции различают поршневые гидроаккумуляторы, гидроаккумуляторы с эластичной камерой и мембранные гидроаккумуляторы.

Поршневые гидроаккумуляторы

Поршневые гидроаккумуляторы применяются при наличии больших конструктивных объемов и расходов. Газ и рабочая жидкость отделены друг от друга свободно движущимся поршнем. Поршень находится в цилиндрической трубе и герметизируется с помощью манжеток. Максимальное соотношение давления, т.е. отношение давления газа к максимальному давлению рабочей жидкости составляет 1: 10. Давление наполнения газа должно быть на 5 бар меньше рабочего давления.

Мембранные гидроаккумуляторы

Мембранные гидроаккумуляторы применяются при наличии малых объемов, например, для уменьшения вибрации и снижения пульсации. Кроме того, мембранные гидроаккумуляторы применяются в контурах управления. Разделение сред в них, как правило, производится с помощью мембран сферического типа.

Максимальное соотношение давления составляет 1 : 10.

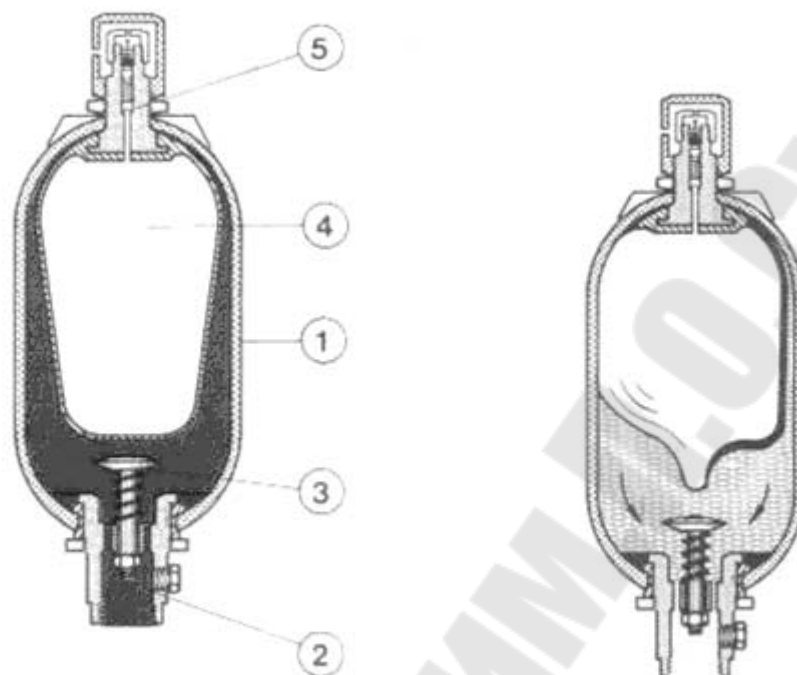


Рис.77. Гидроаккумуляторы с эластичной камерой



Условное обозначение

Гидроаккумуляторы с эластичной камерой обладают абсолютной герметичностью, быстродействием и почти полной безинерционностью.

В гидроаккумуляторах с эластичной камерой азот и рабочая жидкость отделены друг от друга замкнутой эластичной камерой, имеющей форму баллона. Газ находится внутри камеры. Максимальная степень сжатия составляет 1:4.

На рисунке 77 изображен гидроаккумулятор с эластичной камерой, состоящий из стального бака 1 с подводом рабочей жидкости 2, тарельчатого клапана 3, эластичной камеры 4 и клапана газа 5.

Эластичная камера 4, в которой с помощью клапана 5 создается предварительное напряжение, полностью заполняет стальной бак, закрывая тарельчатый клапан (рис. 3). Тарельчатый клапан препятствует выходу камеры наружу и предохраняет его от механических повреждений.

Когда давление в гидросистеме достигает величины давления газа, жидкость через тарельчатый клапан стекает в гидроаккумулятор, сжимая азот в камере.

При отборе рабочей жидкости эластичная камера снова увеличивается в размерах.

На все гидроаккумуляторы распространяются правила техники безопасности, как на напорные резервуары

Ниже приводятся важнейшие положения из этих правил.

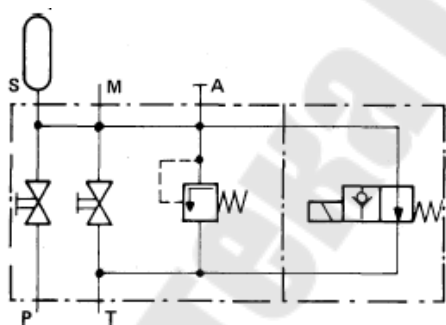
— Каждый напорный резервуар должен быть оснащен соответствующим манометром, показывающим рабочее давление. Причем, максимально допустимое рабочее давление должно иметь особое обозначение. (Здесь речь идет о дополнительном манометре, устанавливаемом на гидроаккумуляторе.)

— Каждый напорный резервуар должен иметь исправный предохранительный клапан. Во избежание несчастных случаев, возникающих из-за неправильного пользования, предохранительный клапан пломбируется.

— Предохранительный клапан должен быть без запираания.

— В магистралях подачи давления устанавливаются хорошо доступные запорные устройства, расположенные на максимально близком расстоянии от напорного резервуара. Каждый резервуар (гидроаккумулятор) должен иметь отдельное запорное устройство.

— Все напорные резервуары должны пройти контроль.



S = подключение гидроаккумулятора

M = подключение манометра

P = подключение насоса

T = подключение бака

A = контрольное подключение

Рис.78. Схема подключения гидроаккумулятора.

13. Фильтры



*Рис.79. Слева: напорные фильтры;
Справа: сливной фильтр.
Справа изображен фильтр линии слива, выполненный в виде сдвоенного фильтра с оптическим электроиндикатором загрязнения.*

Надежность работы гидравлических установок зависит от чистоты гидросистемы, то есть от фильтрации рабочей жидкости. Назначение фильтра состоит в том, чтобы понизить уровень загрязнений рабочей жидкости до нужной величины, защитив, таким образом, отдельные элементы гидросистемы от преждевременного износа.

При этом большое значение приобретают следующие факторы:

- характер частиц загрязнения (размеры, материал),
- число частиц,
- скорость течений рабочей жидкости в отдельных элементах гидросистемы.

- давление в гидросистеме, перепад давления,

- зазоры, конструктивные особенности.

Исследования рабочих жидкостей вскрыли зависимость между объемом загрязнений, размером и числом частиц.

В соответствии со стандартами SAE различают 7 классов загрязнений:

Частицы измеряются в микронах, миллионных долях метра (мкм). С помощью этой единицы измеряется тонкость фильтрации.

Абсолютная тонкость фильтрации. Под абсолютной тонкостью фильтрации следует понимать величину, соответствующую диаметру самой большой шарообразной твердой частицы, пропускаемой фильтром.

Фильтрующие элементы и фильтровальные материалы



Рис.80.

Фильтры из различных материалов. Слева направо: проволочная сетка, бумага, фильтровальное металлическое волокно.

Все фильтровальные элементы имеют складчатую конструкцию. Благодаря этому удается получить большую площадь поверхности, малые габариты и высокую стабильность работы фильтра.

Проволочная сетка

Проволочная сетка сделана из нержавеющей стали.

Бумага

Фильтроэлемент состоит из бумажного наполнителя. Тонкость фильтрации составляет 10 мкм. Фильтр устанавливается на опорной трубе. Складки бумаги и опорная труба обеспечивают достаточно высокую стабильность фильтра. Бумажные фильтры не регенерируются и после использования выбрасываются. Поэтому их чаще всего применяют для промывки магистралей или перед пуском установки в эксплуатацию.

Металлическое волокно

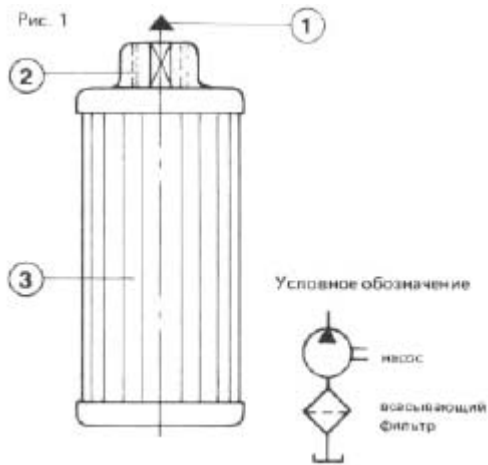
В качестве материала используется металлическое волокно. Фильтрующий элемент из металлического волокна обладает рядом преимуществ:

- это высокая мощность поглощения при равной площади поверхности фильтра;
- долговечность, глубинное фильтрование;
- термоустойчивость;
- устойчивость к большим перепадам давления;
- высокая стабильность.

Применяемые в гидросистемах фильтры различают по местоположению.

13.1.

Всасывающие фильтры



Всасывающие фильтры (рис.1) устанавливаются во всасывающей магистрали насоса.

Фильтрующий элемент имеет резьбовое подключение 2. Жидкость из насоса всасывается через фильтроэлемент 3. Очищенная рабочая жидкость попадает в гидросистему 1. Недостатком такого фильтра является то, что доступ к нему и, следовательно, уход затруднен. Кроме того, всасывающий фильтр мешает всасыванию

рабочей жидкости насосом. Следует особо учесть тот факт, что по этой причине всасывающие фильтры не могут устанавливаться

Рис.81.

на насосах определенных ти-

пов. Тонкость фильтрации всасывающего фильтра обычно составляет > 100 мкм.

Для того, чтобы при загрязнении фильтроэлемента или при пуске установки в холодном состоянии не возникало перебоев в работе фильтра, фильтроэлементы можно оснастить байпасными клапанами. Давление открытия составляет 0,2 бара.

Всасывающий фильтр с байпасным клапаном

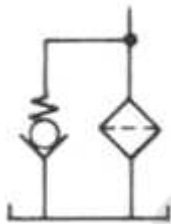


Рис.82.

13.2.

Напорный фильтр

Напорный фильтр устанавливается в магистрали нагнетания гидросистемы. Это бывает, например, в точке подключения линии нагнетания насоса перед сервоклапаном или перед регулятором потока, рассчитанным на малый расход.

Однако, как правило, фильтр устанавливается непосредственно перед регулирующим или управляющим устройством.

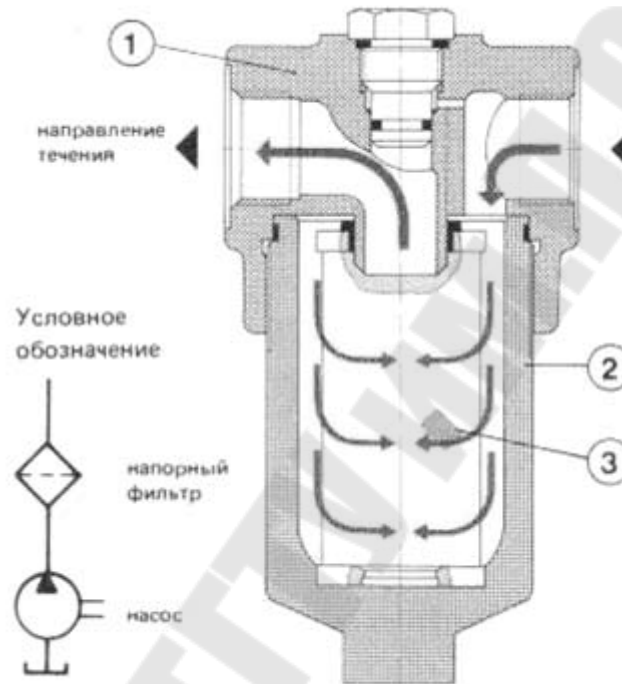


Рис.83.

На рисунке 83 изображен напорный фильтр, предназначенный для установки в линии нагнетания.

Фильтр состоит из корпуса с фильтрующей головкой 1, винчиваемой фильтрующей оболочки 2 и фильтрующего элемента 3. Поскольку напорный фильтр работает на максимальном давлении, он должен обладать высокой стабильностью. Такой фильтр должен выдерживать перепад давления в 315 бар.

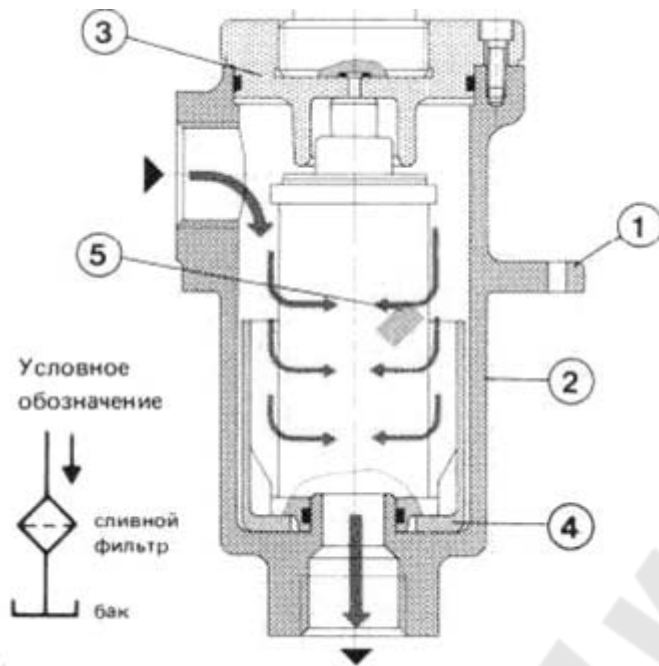


Рис.84

с хвостовиком фильтра входит непосредственно в бак. Преимуществом фильтров такого типа является доступность и простота ухода. Сняв крышку 3, можно легко вытащить фильтроэлемент.

Важно также и то, что фильтроэлемент 5 защищён фильтрующей оболочкой, которая снимается вместе с фильтроэлементом. Таким образом, удастся предотвратить вытекание накопившихся осадков в бак рабочей жидкости. Во избежание перебоев в работе, возникающих в результате смены фильтроэлементов или при очистке фильтров, рекомендуется применять сдвоенные фильтры.

Сливной фильтр является наиболее распространенным фильтром и устанавливается на сливной линии. Это означает, что рабочая жидкость из гидросистемы через фильтр подается в бак. Фильтр устанавливается непосредственно в резервуарах или перед ними в магистрали. На рисунке 84 изображен фильтр, который с помощью крепежного фланца 1 устанавливается на крышке резервуара. Корпус 2 вместе

14. Теплообменник (радиатор)

В различных частях гидросистемы (магистраль, клапаны) часть установленной мощности преобразуется в тепловую энергию, то есть находящаяся под давлением рабочая жидкость нагревается. Если теплоотдача бака невелика, то установившаяся температура в результате низкой теплоотдачи бака выше требуемой рабочей температуры. То есть рабочую жидкость необходимо дополнительно охлаждать. Теплообменник обеспечивает охлаждение рабочей жидкости до заданной температуры.

Различают два вида теплообменников.

1 - теплообменник с воздушным охлаждением (**масляно-воздушный радиатор**). Жидкость из системы через змеевик, охлаждаемый крыльчаткой вентилятора, поступает в бак.

Основным преимуществом масляно-воздушного охлаждения является то, что необходимый для охлаждения воздух имеется всюду. К недостаткам такой системы охлаждения следует отнести то, что вентилятор должен иметь привод и обладает достаточно высоким уровнем шумов.

Обычно теплообменник масляно-воздушного охлаждения одновременно является защитой соединительной муфты двигателя. Втулка крыльчатки вентилятора крепится непосредственно на вале двигателя. Воздух подается изнутри через ребристую арматуру, которая в несколько слоев опоясывает крыльчатку вентилятора. Через эту арматуру рабочая жидкость стекает назад в бак, отдавая тепло.

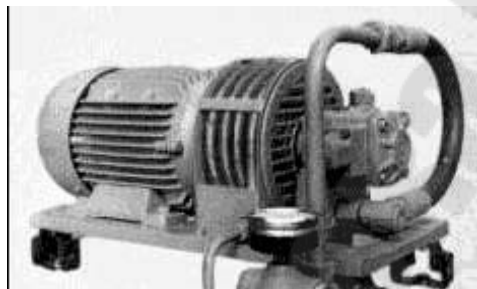


Рис.85. Двигательно - насосный узел.

На фотографии изображен двигательно-насосный узел, в котором масло утечки регулируемого лопастного насоса перед сливом в бак охлаждается теплообменником, защищающим муфту.

2 - теплообменник с воздушным охлаждением (**масляно-водяной радиатор**)

В змеевиках этих радиаторов находится вода или рабочая жидкость. В зависимости от этого вокруг змеевиков циркулирует соответствующая среда (вода, рабочая жидкость).

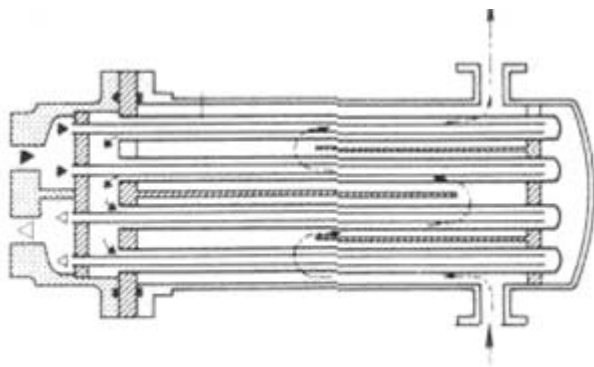
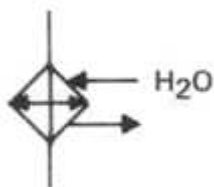


Рис.86.

Благодаря большей разности температур воды и рабочей среды масляно-водяные радиаторы обладают большей мощностью, чем масляно-воздушные радиаторы.



Условное обозначение

Применение масляно-водяных радиаторов зависит от системы водоснабжения и места расположения радиаторов.

15. Гидроагрегаты и гидроустановки

14.1. Гидроагрегаты

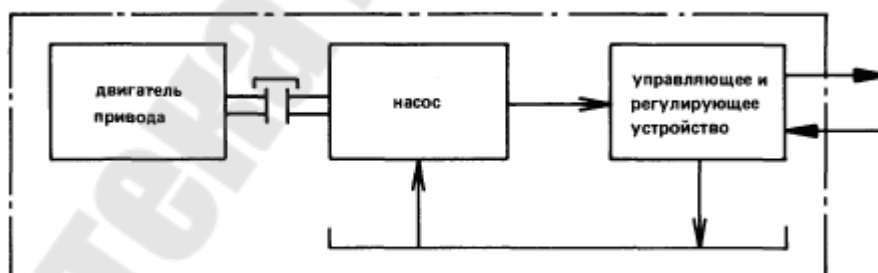


Рис.87.

Под гидроагрегатом следует понимать ряд отдельных элементов, образующих одну систему (рис.87). В зависимости от цели применения компоновка и конструкция гидроагрегатов отличаются друг от друга. Существуют определенные нормы и правила, по которым создаются гидроагрегаты. Эти правила называются нормами агрегатирования. В основе этих норм лежит многолетний опыт конструирования гидроагрегатов. Нормы

охватывают малогабаритные гидроагрегаты, агрегаты стандартного исполнения, двигатель-но-насосные узлы, стойки управления, заправочные станции, стойки для гидроаккумуляторов, гидроагрегаты специального назначения и другие устройства. Вначале рассмотрим основные элементы гидроагрегата и их функции.

14.2. Баки

Бак для рабочей жидкости выполняет различные задачи. В их число входит

— Создание резерва рабочей жидкости. По возможности бак должен вмещать в себя объем рабочей жидкости гидросистемы. Необходимо учесть объем качания, который зависит от потребителей и режима работы гидросистемы. Внешняя утечка компенсируется за счет резерва рабочей жидкости в баке.

— Охлаждение (теплоотдача) При преобразовании энергии возникают потери, которые в гидравлике передаются рабочей жидкости в виде теплоэнергии. Коэффициент полезного действия определяется терпяемой мощностью. Величина общих потерь в гидроагрегатах складывается из потерь в трубопроводах, насосах, двигателя и клапанах (внутренняя утечка) плюс потери при дросселировании и преобразовании энергии в напорных клапанах. Определенное количество теплоэнергии передается рабочей жидкостью. Часть этой энергии трубопроводы, элементы управления и баки отдают окружающей среде. Остаток теплоэнергии нагревает рабочую жидкость и части установки до такой температуры, при которой между компенсируемыми потерями и отдаваемой теплоэнергией не устанавливается состояние равновесия.

Такая температура называется установившейся температурой.

— Выделение воздуха. Минеральные масла содержат растворенный

воздух. Воздухо-растворяющая способность масел зависит от давления и температуры. Воздух в гидросистеме выделяется из масла в виде пузырьков. Чтобы этого не произошло, его необходимо удалить из рабочей жидкости в баке. Следовательно, поверхность рабочей жидкости в баке должна быть максимальной.

— Выпадение осадков. Несмотря на хорошую фильтрацию, рабочая жидкость по мере увеличения продолжительности работы загрязняется различными частицами, образующейся от истирания пылью и другими материалами. Эти частицы могут выпадать в осадок на дне бака. Поэтому особенно важно выбрать правильную форму и соответственно расположить всасывающую и сливную магистраль.

Всасывающая и сливная магистрали на конце должны иметь угол наклона 45 градусов и располагаться таким образом, чтобы не мешать друг другу (наклоненные раструбы должны быть обращены в разные стороны).

В больших баках (емкостью свыше 1000 литров) или при большой скорости движения рабочей жидкости применяются разделительные перегородки, отделяющие отсек всасывания от отсека слива.

— Монтаж двигательного-насосных узлов и передних панелей.

В агрегатах стандартных типов двигательный-насосный узел и передняя панель с элементами управления монтируются, как правило, на баке. Это необходимо учитывать при разработке конструкции верхней части бака.

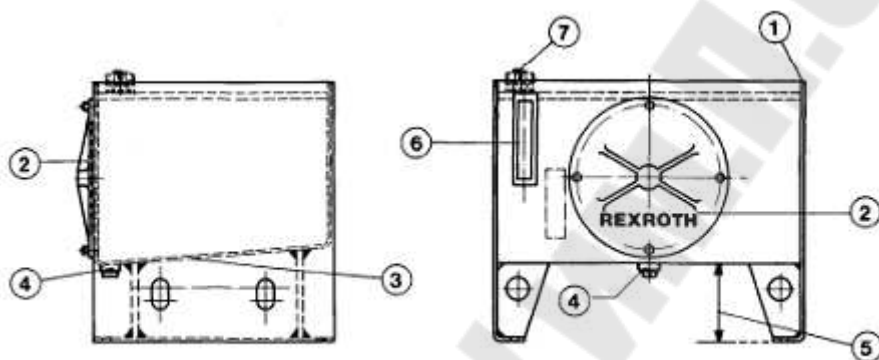


Рис.88. Конструкция бака

Бак должен обладать различными свойствами и оснасткой. К ним относятся:

— Жесткая конструкция (на резервуаре устанавливается различное оборудование);

— Кромка 1 для улавливания утечки при смене смонтированных на баке элементов;

— Крышка 2 дренажного отверстия. Отверстие должно иметь размеры, обеспечивающие хороший доступ ко всем углам и поверхностям внутри бака.

— Дно бака 3 должно иметь наклон. В сливном отверстии, расположенном в самой глубокой точке бака, устанавливается резьбовая заглушка слива масла 4, с помощью которой бак можно легко опорожнить и промыть;

— Бак устанавливается на расстоянии 5 от пола. В целях улучшения охлаждения, промывки и транспортировки баки размером более 40 литров устанавливаются на расстоянии от пола, равном 150 мм. Это расстояние обеспечивает хорошую циркуляцию воздуха. При наличии теплоотдачи следует учитывать площадь днища, которое также отдает тепло;

— Индикатор уровня рабочей жидкости 6. Максимальный и минимальный уровень рабочей жидкости регистрируются расположенным снаружи индикатором. При применении индикатора больших размеров можно следить также за наполнением бака (у длинных индикаторов можно тоже снимать промежуточный уровень рабочей жидкости);

— Заправочно-вентиляционный фильтр 7. Для вентиляции бака и одновременной очистки всасываемого воздуха применяется воздушный фильтр. Необходимо обратить внимание на то, чтобы расход воздуха был выше объема качания резервуара. Неправильный расчет расхода воздуха может привести к образованию разрежения или избыточного давления в баке. Этого следует избегать. Кроме того, в заправочном отверстии необходимо установить фильтровальную сетку;

Электродвигатель устанавливается в вертикальном положении.

Насос подвешен и работает непосредственно в рабочей среде. Несмотря на компактное исполнение агрегата на нем можно установить блок управления. С помощью присоединительного блока можно создать вертикальное или горизонтальное сцепление. Блок имеет соответствующую присоединительную поверхность и состоит из клапана ограничения давления, сливного фильтра и манометра с запорным клапаном.

14.3. Агрегаты насос - бак

Основным элементом агрегата насос-бак является стандартный прямоугольный бак типоразмеров от 60 до 1000. (Емкость бака от 60 до 1000 литров.)

Обычно электродвигатель устанавливается вертикально на крышке бака; насос находится в рабочей среде.



Рис.89.

Приборы монтируются на отдельных элементах (плитах), которые затем крепятся к обратной стороне прямоугольной металлической рамы.

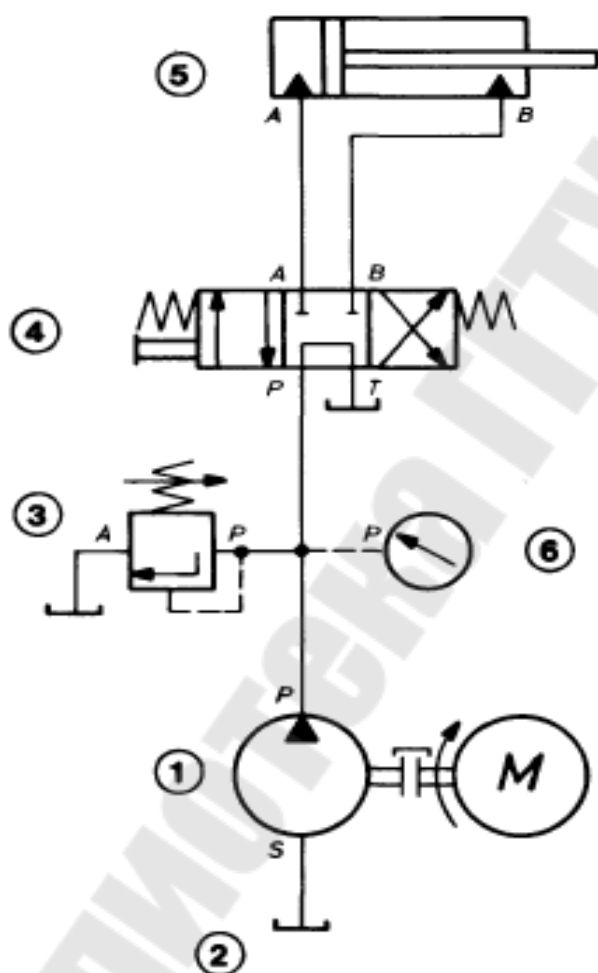
Такая конструкция имеет ряд преимуществ:

- Это простота изготовления рамы;
- Возможность хранения на складе отдельных элементов;
- Возможность любых сочетаний приборов;
- Возможность изменить расположение приборов, не прибегая к автотогенному резанию;
- Значительное снижение уровня шумов.

16. Принципиальные схемы

Принципиальная схема гидравлической системы

На принципиальной схеме изображается конструкция гидравлической системы.



Отдельные гидроприборы обозначены условными знаками и соединены друг с другом. Соединения отдельных магистралей обозначены на принципиальных схемах линиями.

С помощью принципиальной схемы можно разобраться в режиме работы гидросистемы. К подробным функциональным схемам, как правило, прилагается еще и диаграмма работы гидросистемы, позволяющая точно воспроизвести последовательность включения отдельных установок или машин.

Анализируя принципиальные схемы, можно сказать, что элементы схем повторяются в различных гидросистемах.

Рассмотрим несколько основных типов гидросистем.

Рис. 90.

16.1. Простая гидравлическая система (открытая гидросистема)

На рисунке 90 изображена простая гидравлическая система.

Насос 1 с нерегулируемой подачей всасывает рабочую жидкость из резервуара и подает ее в гидравлическую систему. Распределитель 4 с ручным управлением находится в нейтральном положении. Рабочая жидкость циркулирует из насоса в бак 2 почти без напора. Распределитель удерживается в нейтральном положении с помощью двух пружин (центрирующие пружины).

При включении распределителя 4 (левое положение, обозначенное параллельными стрелками) рабочая жидкость поступает в полость поршня гидроцилиндра 5. Шток поршня выдвигается. Скорость выдвигения зависит от подачи насоса и размера гидроцилиндра (площади поршня).

Усилие, возникающее на штоке поршня, зависит от площади поршня и максимального давления в гидросистеме. Максимальное давление в гидросистеме и, следовательно, нагрузка гидросистемы регулируется с помощью клапана ограничения давления 3.

Величина давления в гидросистеме определяется преодолеваемым сопротивлением потребителя и измеряется манометром 6.

16.2. Гидросистема с распределителями последовательного

включения

Если удлинить магистраль слива первого распределителя описанной выше гидросистемы, установив на ней один или несколько распределителей, то мы получим так называемое последовательное включение.

При последовательном включении необходимо, чтобы сила и скорость включаемых одновременно потребителей регулировалась.

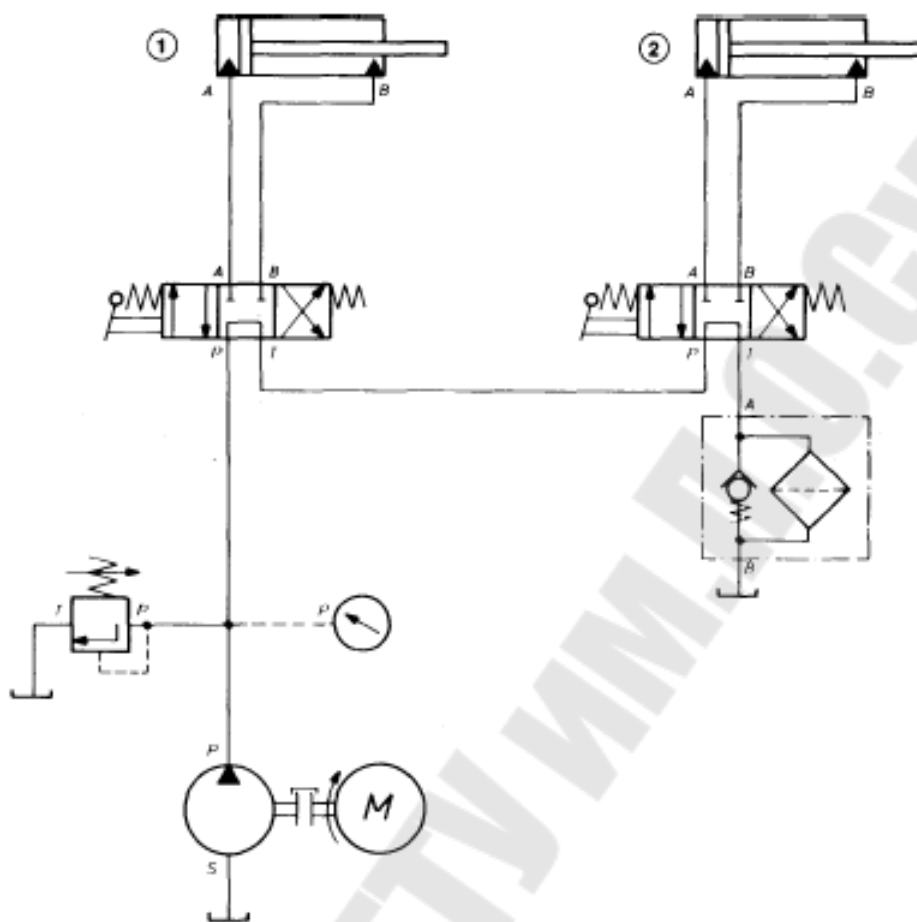


Рис.91.

Чтобы привести в движение гидроцилиндр 2, необходимо давление, соответствующее силе подъема и площади поршня. Это давление действует на кольцевую поверхность поршня цилиндра 1. Действующее на цилиндр 1 давление складывается из внешнего усилия, действующего на шток поршня, и давления, состоящего из давления, действующего на цилиндр 2, и площади кольцевой поверхности поршня цилиндра 1. Если давление, действующее на цилиндр 1, больше суммы действующих сил, то оба гидроцилиндра выдвигаются. Отношение скоростей движения гидроцилиндров 1 и 2 пропорционально отношению площади поршня цилиндра 2 к кольцевой поверхности цилиндра 1.

Циркулирующая гидравлическая жидкость через фильтр сливается в бак.

16.3. Гидросистема с параллельным включением нескольких распределителей

Насос 1, подача которого регулируется с помощью регулирующего двигателя 2, всасывает отфильтрованную жидкость и подает ее в соседнюю гидросистему.

Через магистральные ответвления и распределители 5, 6 и 7 рабочая жидкость поступает в гидроцилиндры 8, 9 и 10.

Распределители и, следовательно, потребители, расположены параллельно.

На схеме распределители 5 и 6 в нейтральном положении перекрывают точки подключения Р, А, В и Т.

Когда распределитель 7 находится в правом положении, точка подключения Р закрыта. Клапан ограничения давления 3 регулирует давление в гидросистеме перед распределителями, величина которого снимается нажатием клавиши 3/2-распределителя 4 на манометре.

В качестве потребителей на схеме изображены телескопический гидроцилиндр двустороннего действия 8, дифференциальный гидроцилиндр 9 с постоянным демпфированием поршня и гидроцилиндр одностороннего действия в возвратной пружинной 10.

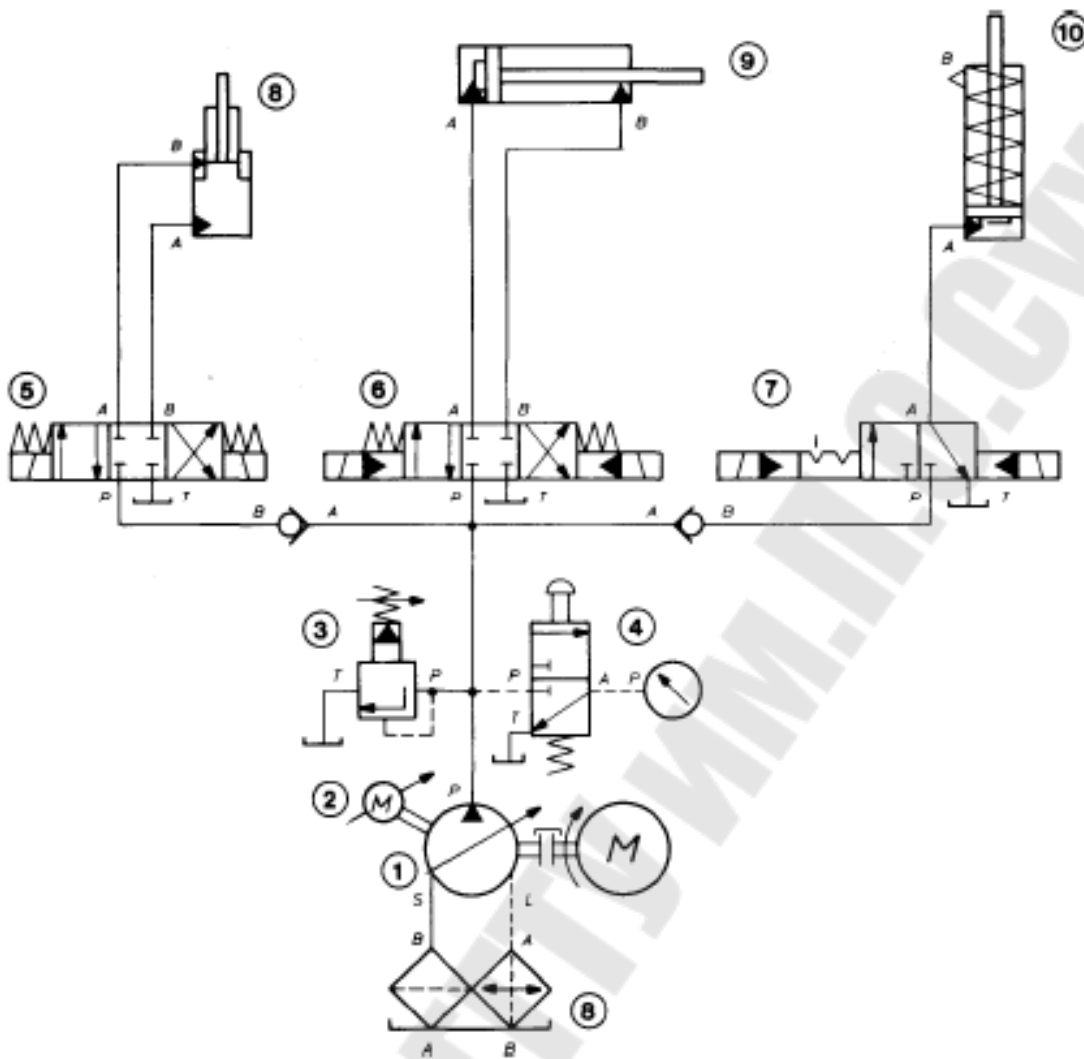


Рис.92.

При параллельном включении нескольких цилиндров могут двигаться одновременно лишь в том случае, если имеется достаточное количество рабочей жидкости, с помощью которой можно поддерживать необходимое рабочее давление.

В противном случае давление устанавливается по минимальному сопротивлению, то есть вначале выдвигается цилиндр с минимальным давлением.

Когда первый цилиндр достиг конечного положения, давление нарастает, достигая величины, требуемой для выдвигения следующего цилиндра. Выдвигение цилиндров происходит поочередно в зависимости от давления, требуемого для преодоления нагрузки.

Литература

1. Учебный курс по гидравлике. Том 1. Маннесманн Рексрот ГмбХ, Лор на Майне, ФРГ /русское издание/ 1998г.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. «Гидравлика, гидро-машины и гидроприводы». -М., Машиностроение, 1982.

ВВЕДЕНИЕ В ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**Пособие
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»**

Составители: **Михневич** Анатолий Васильевич
Михневич Наталья Николаевна

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 17.09.09.

Рег. № 65Е.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>