



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

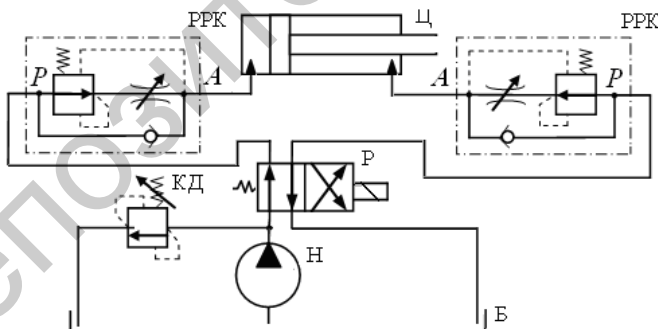
Белорусский национальный
технический университет

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

В. И. Глубокий
А. М. Якимович
И. В. Макаревич

ТИПОВАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА СТАНОЧНЫХ ПРИВОДОВ

Учебно-методическое пособие
к лабораторным занятиям



Минск
БНТУ
2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

В. И. Глубокий
А. М. Якимович
И. В. Макаревич

ТИПОВАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА СТАНОЧНЫХ ПРИВОДОВ

Учебно-методическое пособие
к лабораторным занятиям
для студентов технических специальностей
высших учебных заведений

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области машиностроительного оборудования и технологий*

Минск
БНТУ
2015

УДК 621.22(075.8)

ББК 34.447 я 7

Г55

Рецензенты:

д-р техн. наук, заведующий лабораторией ОИМ НАН Беларуси

М. А. Белоцерковский;

член-корреспондент, д-р техн. наук, академик-секретарь
отделения физико-технических наук НАН Беларуси

А. П. Ласковнев

Глубокий, В. И.

Г55 Типовая гидравлическая аппаратура станочных приводов :
учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям для сту-
дентов технических специальностей высших учебных заведений /
В. И. Глубокий, А. М. Якимович, И. В. Макаревич. – Минск :
БНТУ, 2015. – 91 с.

ISBN 978-985-550-529-8.

Учебно-методическое пособие «Типовая гидравлическая аппаратура станочных приводов» по дисциплине «Гидропривод и гидропневмоавтоматика» предназначено для лабораторных занятий студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства», 1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов и производств» и 1-55 01 03 «Компьютерная мехатроника».

В пособии рассматриваются конструкции и принцип работы некоторых основных гидравлических аппаратов станочных гидроприводов. Описывается назначение и приводятся гидравлические схемы применения каждого аппарата и особенности их подключения в гидравлических системах. Также излагаются методика проведения лабораторных работ и указания по содержанию и оформлению отчетов.

Данное учебно-методическое пособие также может быть использовано студентами при теоретической самостоятельной подготовке и курсовом проектировании гидравлических приводов.

УДК 621.22(075.8)

ББК 34.447 я 7

ISBN 978-985-550-529-8

© Глубокий В.И., Якимович А.М.,
Макаревич И.В., 2015

© Белорусский национальный
технический университет, 2015

Введение

В настоящее время практически во всех отраслях промышленности широко применяется гидравлический привод. Использование гидроприводов во всевозможных машинах и оборудовании способствует значительному повышению уровня механизации и автоматизации в отраслях, где они применяются.

Гидравлические системы современных гидравлических приводов металлорежущих станков и автоматических линий обычно состоят из типового гидравлического оборудования и функциональных узлов. В этих системах широко используется стандартная и унифицированная гидравлическая аппаратура, с помощью которой обеспечиваются требуемые тяговые силы или крутящие моменты, скорости и изменения направлений движения, необходимые при перемещении рабочего органа станочного оборудования.

Гидроаппаратом называется устройство, предназначенное для *изменения и поддержания заданного постоянного давления или расхода рабочей жидкости* либо для *изменения направлений потоков рабочей жидкости*. Гидроаппаратура подразделяется на основную и вспомогательную, а основная делится на регулирующую и направляющую аппаратуру.

Регулирующая гидроаппаратура в гидроприводах используется в основном в качестве регуляторов давления и расхода жидкости и изменяет давление, расход и направление потока рабочей жидкости за счет частичного открытия рабочего проходного сечения. Требуемая тяговая сила создается регулированием давления в системе с помощью гидроклапанов. Необходимая скорость движения рабочего органа регулируется за счет изменения объема жидкости, питающей рабочую полость гидравлического силового цилиндра или гидромотора. Для этого используется дросселирующая аппаратура с изменяющимся проходным сечением, регулирующим расход рабочей жидкости.

Направляющая гидроаппаратура предназначена только для изменения направлений потоков рабочей жидкости путем полного открытия или закрытия рабочего проходного сечения в аппарате. Для изменения направления потоков рабочей жидкости в магистралах гидравлических двигателей или цепях управления гидравлического привода гидроаппаратура управления используется в виде гидрораспределителей или реверсивных золотников.

Рабочее проходное сечение гидроаппаратов меняется при изменении положения запорно-регулирующего элемента, входящего в их конструкцию. По *принципу действия запорно-регулирующего элемента* рабочей жидкости гидравлические аппараты подразделяются на следующие виды:

- *клапанного действия – гидроклапаны;*
- *гидроаппаратура неклапанного действия – дроссели.*

В зависимости от *конструкции запорно-регулирующего элемента* рабочей жидкости гидравлические аппараты могут быть:

- *золотниковые;*
- *крановые;*
- *клапанные.*

По виду возможного внешнего *воздействия на запорно-регулирующий элемент* при настройке гидравлические аппараты бывают:

- *регулируемые;*
- *настраиваемые.*

Гидроклапаном называется гидроаппарат, в котором величина открытия рабочего проходного сечения изменяется от воздействия проходящего через него потока рабочей жидкости. По характеру воздействия на запорно-регулирующий элемент аппараты могут быть прямого и непрямого действия.

В *гидроклапанах прямого действия* величина открытия рабочего проходного сечения изменяется в результате непосредственного воздействия потока рабочей жидкости на запорно-регулирующий элемент.

В *гидроклапанах непрямого действия* поток сначала воздействует на вспомогательный запорно-регулирующий элемент, при перемещении которого изменяется давление рабочей жидкости на основной запорно-регулирующий элемент, что приводит к изменению его положения и соответственно рабочего проходного сечения.

Гидроаппаратом неклапанного действия называется гидроаппарат, в котором величина открытия рабочего проходного сечения не зависит от воздействия потока проходящей через него рабочей жидкости.

Гидравлическая вспомогательная аппаратура – это элементы в виде фильтров, приборов измерения давления, теплообменников, аккумуляторов и др.

1. ГИДРОАППАРАТУРА ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ

1.1. Цель лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы по изучению гидравлической аппаратуры для регулирования давления ставится цель:

а) изучить по сборочным чертежам и реальным объектам конструкции и принцип работы гидроаппаратуры для регулирования давления, т. е. гидроклапанов давления, гидроклапанов последовательности с обратным клапаном, предохранительных и редуционных клапанов;

б) научиться выбирать из возможных вариантов соответствующие схемы исполнения гидроклапанов для регулирования давления в гидросистеме, исходя из их функциональных возможностей и особенностей работы;

в) знать назначение и типовые варианты подключения гидроклапанов для регулирования давления, чтобы получить навыки их применения при проектировании гидравлических схем гидросистем приводов;

г) уметь составлять и оптимизировать гидравлические схемы гидроприводов с применением графических условных обозначений соответствующих вариантов исполнений гидроклапанов для регулирования давления.

В данной лабораторной работе по реальным образцам и плакатам предлагается изучить конструкции и принцип работы гидроклапана давления, гидроклапана последовательности с обратным клапаном, предохранительного и редуционного клапана и вычертить схемы условных обозначений при различных вариантах их исполнений. Кроме того, необходимо составить гидравлические схемы с применением указанных гидроклапанов для регулирования давления и описать их назначение и выполняемые функции в гидравлическом приводе.

1.2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить и последовательно описать назначение и функциональные возможности гидроклапанов давления, гидроклапанов последовательности с обратным клапаном, предохранительных и редуционных клапанов. Клапанные гидроаппараты могут иметь раз-

личные формы рабочих поверхностей запорно-регулирующих элементов, и клапан может быть шариковым, плоским, коническим, коноидным и др. (рис. 1.1).

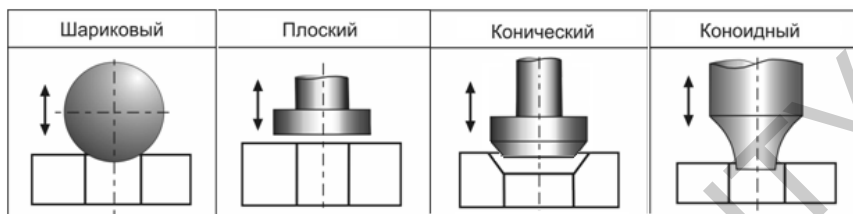


Рис. 1.1. Примеры гидроклапанов с различными запорно-регулирующим элементами

2. Последовательно по реальным образцам и сборочным чертежам изучить конструкции гидроклапанов для регулирования давления и описать их особенности в зависимости от выполняемых функций.

3. Описать принцип и особенности работы гидроклапанов давления, гидроклапанов последовательности с обратным клапаном, предохранительных и редукционных клапанов для регулирования давления при различных их исполнениях и вычертить их графические условные обозначения.

4. Изучить и описать возможные различные варианты подключения гидроклапанов для регулирования давления в гидравлических схемах приводов.

5. Согласно заданию составить и описать гидравлические схемы с применением указанных выше типов гидроклапанов для регулирования давления в гидравлических схемах приводов.

1.3. Гидроклапаны давления

1.3.1. Назначение и область применения

Гидравлические клапаны давления могут применяться:

- для *предохранения* объемного гидропривода от давления, превышающего установленное, путем слива клапаном в бак расхода жидкости, подаваемой насосом;
- *поддержания определенного требуемого давления* путем непрерывного слива рабочей жидкости, не пропускаемой дросселем, при дроссельном регулировании с выполнением *переливной функции*;

– *поддержания заданной разности давлений* в подводимом и отводимом или управляющих потоках и пропускания потока рабочей жидкости при достижении заданной величины давления в этих потоках с выполнением *функции разности давлений и последовательности*.

Таким образом, в зависимости от назначения и схемы включения гидравлические клапаны давления могут выполнять различные функции и применяться в качестве:

- *предохранительных* клапанов;
- *переливных* клапанов;
- клапанов *разности давлений*;
- клапанов *последовательности*.

Гидроклапаны давления имеют конструкцию (рис. 1.2, *а*), обеспечивающую их подключение по требуемой схеме в зависимости от выполняемых функций (рис. 1.2, *б, в, г, д*), для чего в соответствующие каналы устанавливаются пробки (см. рис. 1.2, *б, в, г, д*). Этим достигается необходимое соединение гидравлических линий внутри корпуса клапана (см. рис. 1.2, *а*) и последовательное или параллельное подключение клапана в гидравлическую схему.

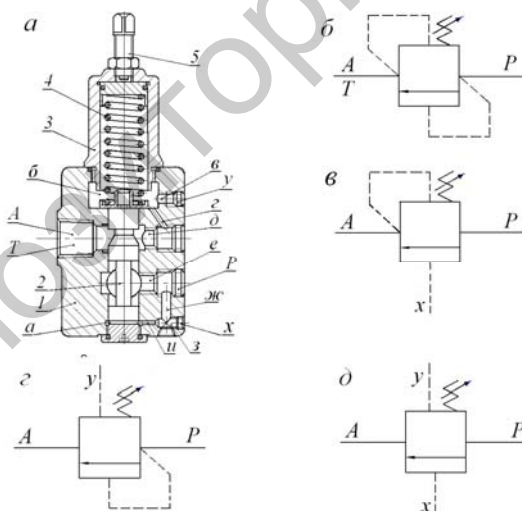


Рис. 1.2. Конструкция (*а*) и условные обозначения схем гидроклапана давления при исполнении им функций предохранительного, переливного, разности давлений (*б*) и последовательности (*в, г, д*) (*б* – первая; *в* – вторая; *г* – третья; *д* – четвертая схемы)

1.3.2. Устройство и принцип работы гидроклапанов давления

Гидроклапан давления (см. рис. 1.2, *а*) состоит из корпуса 1, в котором находится золотник 2, поджатый с торца расположенной в корпусе 3 пружины 4, усилие которой регулируется винтом 5, и имеет полости подвода *P* и отвода *A* в гидравлическую систему привода или *T* – на слив в бак. Кроме того, в клапане имеются вспомогательные полости *а* под золотником и *б* – над золотником, каналы управления *в*, *г*, *д*, *е*, *ж*, *з* и демпферное отверстие *и*.

В нормальном состоянии, если сила от давления рабочей жидкости на нижний торец золотника 2 в полости *а* не превышает усилие регулируемой пружины 4 и силу от давления рабочей жидкости на верхний торец золотника в полости *б*, золотник 2 находится в нижнем положении (см. рис. 1.2, *а*). В этом положении полости подвода *P* и отвода *A* и *T* разъединены. В случае превышения давления в полости *а* золотник 2 перемещается вверх и полость подвода *P* через проточку на золотнике соединяется с полостью отвода *A* или *T*. Таков принцип работы гидроклапана давления в общем случае.

Однако в зависимости от способа управления, т. е. каналы управления используются независимо или соединяются с основными линиями и как они соединяются, могут быть четыре способа подключения гидроклапана давления (см. рис. 1.2, *б*, *в*, *г*, *д*), имеющие различное функциональное назначение.

1.3.3. Виды функций и способы подключений гидроклапанов давления

Гидроклапан давления первого исполнения (см. рис. 1.2, *б*) может применяться в качестве *предохранительного* или *переливного* клапана, подсоединяемого параллельно напорной линии на слив, а также клапана *разности давлений*, подсоединяемого последовательно. При работе гидроклапана давления по схеме первого исполнения (см. рис. 1.2, *б*) рабочая жидкость подводится в полость *P* и поступает по каналам управления *е*, *ж*, *з* (см. рис. 1.2, *а*) и демпферному отверстию *и* во вспомогательную полость *а*, в которой создается давление на нижний торец золотника 2. Полость отвода *T* *предохранительных* и *переливных* клапанов соединяется со сливом, а полость *A* клапанов *разности давлений* и *последовательности* – с гидросистемой.

Переливной и предохранительный гидроклапаны давления устанавливаются в гидросистемах приводов параллельно напорной магистрали и насосу. Переливной клапан давления при дроссельном регулировании расхода рабочей жидкости при максимальном давлении в системе, превышающем настроенное, переходит в качество предохранительного. При объемном регулировании расхода подключенный параллельно предохранительный клапан давления становится переливным в случае, когда давление в системе достаточно для смещения запирающего золотника и слива части рабочей жидкости в бак.

Примеры применения гидроклапанов давления в гидросистемах в качестве предохранительного или переливного, а также разности давления и последовательности приведены на рис. 1.3 и 1.4.

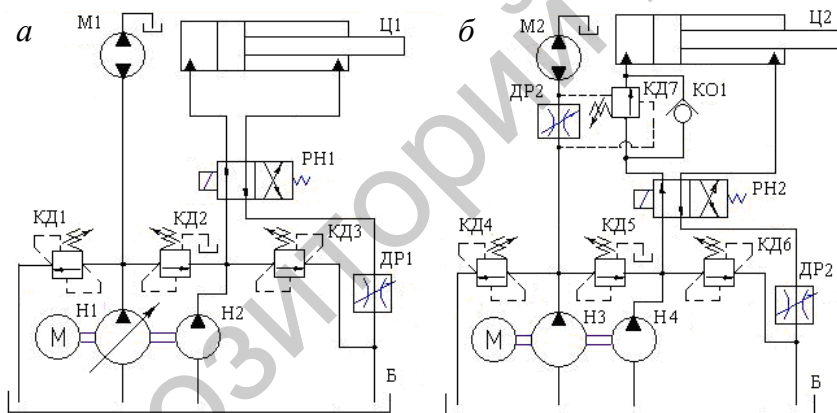


Рис. 1.3. Схемы применения в гидросистемах гидроклапанов давления в качестве предохранительного и переливного клапана для защиты от перегрузки (а) и гидроклапана последовательности при блокировке по расходу рабочей жидкости (б)

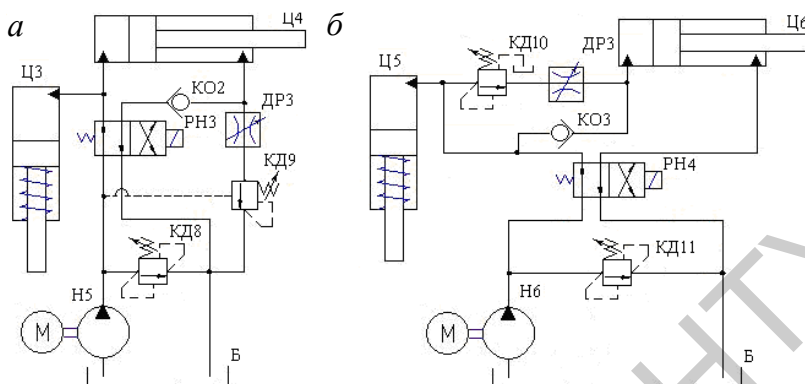


Рис. 1.4. Схемы применения в гидросистемах гидроклапанов давления в качестве предохранительного клапана для защиты от перегрузки (а и б) и гидроклапанов последовательности при блокировке по давлению рабочей жидкости с дистанционным управлением (а) и с обычным режимом включения (б)

1.3.4. Применение гидроклапана давления в качестве предохранительного

При применении гидроклапана давления КД1 в качестве *предохранительного*, преимущественно в системе с объемным гидроприводом (см. рис. 1.2, б и 1.3, а), в нормальных условиях при давлении в системе, меньшем давления минимального открытия клапана, он закрыт и поток рабочей жидкости через него не проходит. При достижении давления настройки клапана часть расхода насоса может переливаться через него в бак и давление в напорной магистрали не будет превышать давления настройки клапана.

Клапан срабатывает и полностью открывается при достижении максимального давления в гидросистеме по каким-либо причинам, например, превышения допустимой нагрузки на цилиндр, остановки на упоре и т. д. В этом случае давление в подводящей линии P , а следовательно, и в полости a на нижнем торце золотника 2 возрастает (см. рис. 1.2, а). При этом сила давления на нижний торец золотника 2 может превысить усилие регулируемой пружины 5 и сместить золотник 2 на величину, которая через выточку на золотнике обеспечивает соединение напорной линии P со сливной линией T и перелив в бак всего расхода жидкости насоса.

1.3.5. Применение гидроклапана давления в качестве переливного

При применении гидроклапанов давления КД3, КД4, КД6, КД8 и КД11 в качестве *переливных* клапанов (см. рис. 1.2, б, 1.3 и 1.4), преимущественно в системах с дроссельным регулированием при установке дросселя последовательно на входе или выходе, через клапан рабочая жидкость постоянно переливается в бак ввиду ограничения расхода жидкости в систему дросселирующим аппаратом. Рабочая жидкость, которая не прошла в систему, в полости *a* (см. рис. 1.2, а) создает на золотник 2 такое давление, которое преодолевает усилие жесткости настроенной пружины 5. При этом золотник 2 смещается на некоторую величину до равновесного состояния, образуется дросселирующая щель определенных размеров и полости *P* и *T* клапана соединяются. В результате этого гидроклапан постоянно находится в приоткрытом состоянии при равновесном положении золотника 2 и часть жидкости переливает в бак, обеспечивая поддержание постоянным требуемого настроенного давления в системе.

1.3.6. Применение гидроклапана давления в качестве разности давлений

При применении гидроклапанов давления КД2 и КД5 в качестве клапанов *разности давлений* (см. рис. 1.2, б и 1.3) полость *P* соединяется с напорной линией, а полость отвода *A* – с какой-либо другой гидравлической линией системы (см. рис. 1.2, б), кроме сливной, т. е. клапан подсоединяется в систему последовательно. Так как полость *a* нижнего торца золотника соединена с полостью *P*, а полость *b* верхнего торца золотника – с полостью *A*, то разность давлений в подводящем и отводящем потоках будет определяться усилием регулируемой пружины и поддерживаться постоянной независимо от изменения давления в гидравлической системе.

1.3.7. Гидроклапан давления как клапан последовательности

При применении гидроклапанов давления КД7, КД9 и КД10 в качестве клапанов *последовательности* (см. рис. 1.3, б и 1.4) ис-

пользуются второе, третье и четвертое исполнения (см. рис. 1.2, в, г, д). При работе гидроклапана давления по второй схеме исполнения (см. рис. 1.2, в) в канал *е* устанавливается пробка (см. рис. 1.2, а), а через канал *з* под нижний торец золотника подводится управляющий поток *х*. Пропускание потока рабочей жидкости из полости подвода *Р* в полость отвода *А* или *Т* обеспечивается только при достижении в линии управления *х* соответствующей величины давления, определяемой настройкой регулируемой пружины *5* и величиной давления в отводимом потоке. В этом случае усилие на нижний торец золотника от давления в управляющем потоке превышает усилие пружины и усилие от давления в полости *б* на верхний торец, золотник *2* поднимается и соединяет полости *Р* и *А* или *Т*. При этом обеспечивается постоянная разность давлений в специальном управляющем *х* и отводимом в систему *А* потоках.

При работе гидроклапана давления по третьей схеме исполнения (см. рис. 1.2, г) канал *д* заглушается пробкой (см. рис. 1.2, а), а полость *б* над верхним торцом золотника *2* через канал *в* соединяется с баком или управляющим потоком *у*. Пропускание потока рабочей жидкости из полости подвода *Р* в полость отвода *А* и *Т* обеспечивается при достижении в полости подвода заданной величины давления, определяемой настройкой пружины и давлением в линии управления *у*. В этом случае усилие от давления на нижний торец золотника превышает усилие пружины и усилие от давления управляющего потока в полости *б*, золотник перемещается и соединяет полости *Р* и *А*.

При работе гидроклапана давления по четвертой схеме исполнения (см. рис. 1.2, д) каналы *д* и *е* заглушаются пробками (см. рис. 1.2, а). Полость *б* над верхним торцом золотника через канал *в* соединяется с баком или управляющим потоком *у*, а в полость *а* под нижний торец золотника и канал *з* подается управляющий поток *х*. Пропускание потока рабочей жидкости обеспечивается в обоих направлениях при достижении в линиях управляющих потоков *х* и *у* заданной разности давлений, определяемой настройкой пружины. В этом случае усилие от давления в полости *а* управляющего потока *х* превышает усилие пружины и усилие от давления в полости *б* управляющего потока *у*, золотник поднимается и полости *Р* и *А* соединяются.

1.4. Гидроклапаны последовательности с обратным клапаном

1.4.1. Назначение и область применения

Гидроклапаны последовательности с обратным клапаном предназначены для пропускания потока рабочей жидкости в полость гидродвигателя гидросистемы или из полости с постоянным давлением через гидроклапан при достижении заданной величины давления в основном или управляющем потоке, а также для свободного пропускания потока в противоположном направлении через обратный клапан с минимальным сопротивлением. Эти клапаны конструктивно представляют собой соединенные в одном корпусе гидроклапан давления, выполняющий функции последовательности, и обратный клапан, пропускающий поток рабочей жидкости в обратном направлении, т. е. они пропускают рабочую жидкость в прямом и обратном направлениях.

1.4.2. Устройство и принцип работы гидроклапанов последовательности

Гидроклапан последовательности с обратным клапаном может быть трубного или стыкового монтажа и состоит из корпуса 1 (рис. 1.5, а), в котором находятся золотник 5, поджатый с торца пружиной 2 настройки давления, усилие которой регулируется винтом 3, фиксируемым контргайкой 4, и обратный клапан 6, отжатый в крайнее положение пружиной 7. Клапан имеет полости подключения P , T и A , которые при нормальном состоянии золотника 5 и обратного клапана 6 разъединены, полости a и b , каналы управления z и d , а также демпферное отверстие e и канал отвода утечек $в$. При подводе рабочей жидкости в полость P гидроклапан работает как клапан последовательности, а при подводе рабочей жидкости к отверстию A – как обратный.

Гидроклапаны последовательности с обратным клапаном могут иметь различные схемы включения в гидросистемы (рис. 1.5, б, в, г и д) при исполнении ими своих функций. Так, могут быть схемы при действии давления основного потока жидкости в полости P (см. рис. 1.5, б) и одного из управляющих потоков x или y (см. рис. 1.5, в и г) или одновременно двух управляющих потоков x и y (см. рис. 1.5, д) с дистанционным их включением.

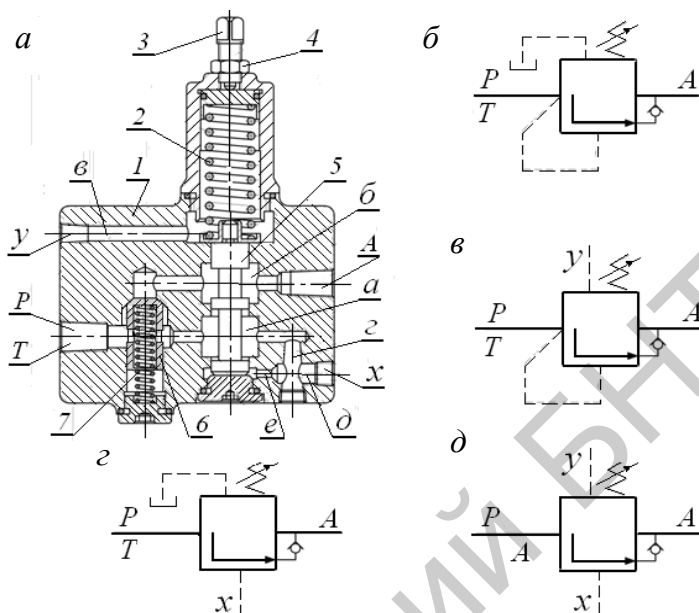


Рис. 1.5. Конструкция (а) и условные обозначения схемы гидроклапана последовательности с обратным клапаном при исполнении им своих функций под действием давления основного потока (б) и одного (в и г) или двух управляющих дистанционных потоков (д) (б – первая; в – вторая; г – третья; д – четвертая схемы)

1.4.3. Гидроклапан последовательности с обратным клапаном с управлением давлением основного и одного дистанционного потока

Примеры применения гидроклапанов последовательности с обратным клапаном в гидросистемах приведены на рис. 1.6. При работе гидроклапана последовательности с обратным клапаном по схеме первого (рис. 1.5, б) и второго (рис. 1.5, в) исполнений рабочая жидкость подводится в полость P и по каналам $г$ и $д$ (см. рис. 1.5, а) и демпферному отверстию $е$ поступает под нижний торец золотника 5. При повышении давления в полости подвода P и достижении заданной величины усилие от давления жидкости на нижний торец золотника 5 превысит усилие пружины 2, регулируемое винтом 3, и усилие от давления в полости над верхним торцом золотника 5, ко-

торое равно нулю при соединении с дренажной линией (см. рис. 1.5, б) или давлению управляющего потока y (см. рис. 1.5, в), золотник 5 переместится вверх. Через имеющуюся на нем проточку полости P и A соединятся между собой, в результате чего произойдет пропускание рабочей жидкости под давлением с напорной линии подвода P в линию отвода A к рабочей полости. При обратном ходе поток жидкости поступает к полости A , далее – в полость б и к обратному клапану б и создает на нем давление, превышающее усилие пружины 7. Клапан б смещается, соединяет полость A с полостью T и пропускает поток рабочей жидкости на слив. Пример применения гидроклапана последовательности с обратным клапаном в гидросистеме с подключением по первой схеме (см. рис. 1.5, б) для обеспечения последовательной работы гидроцилиндров Ц1 и Ц2 приведен на рис. 1.6, а. Первым начинает работать гидроцилиндр Ц1, а затем, при достижении в напорной линии отрегулированного требуемого давления, гидроклапан последовательности с обратным клапаном пропускает поток жидкости в рабочую полость гидроцилиндра Ц2, и он включается в работу.

1.4.4. Гидроклапан последовательности с обратным клапаном с одним и двумя управляющими дистанционными потоками

При работе гидроклапана последовательности с обратным клапаном по схеме третьего (рис. 1.5, з) и четвертого (рис. 1.5, д) исполнений в канал z устанавливается пробка, а через канал d и демпферное отверстие e под нижний торец золотника 5 подводится управляющий поток x . Поток рабочей жидкости из линии подвода P пропускается в линию отвода A при достижении в управляющей линии x определенной величины давления на нижний торец золотника. В этом случае усилие от давления на нижний торец золотника 5 должно превышать усилие, определяемое настройкой пружины 2, и усилие от давления в полости над верхним торцом золотника, которое равно нулю при соединении с дренажной линией (см. рис. 1.5, з) или давлению управляющего потока y (см. рис. 1.5, д). При этом золотник 5 перемещается вверх, соединяя полости P и A , и жидкость подается под давлением в систему. При обратном потоке рабочая жидкость подводится в полость A , оказывает давление на торец обратного клапана б, преодолевает усилие пружины 7, обрат-

ный клапан отжимается и соединяются полости A и P , в результате чего поток рабочей жидкости свободно проходит из полости A в полость P . Пример применения гидроклапана последовательности с обратным клапаном в гидросистеме с подключением по третьей схеме (см. рис. 1.5, $з$) для обеспечения блокировки работы гидроцилиндра Ц по давлению приведен на рис. 1.6, $б$. Гидроцилиндр Ц начинает работать при достижении в напорной линии отрегулированного требуемого давления рабочей жидкости, которая подается в цилиндр и, кроме того, в виде управляющего потока – к гидроклапану последовательности с обратным клапаном. Под действием определенного давления управляющего потока он срабатывает и пропускает поток жидкости из противоположной рабочей полости цилиндра Ц на слив, что обеспечивает включение его в работу.

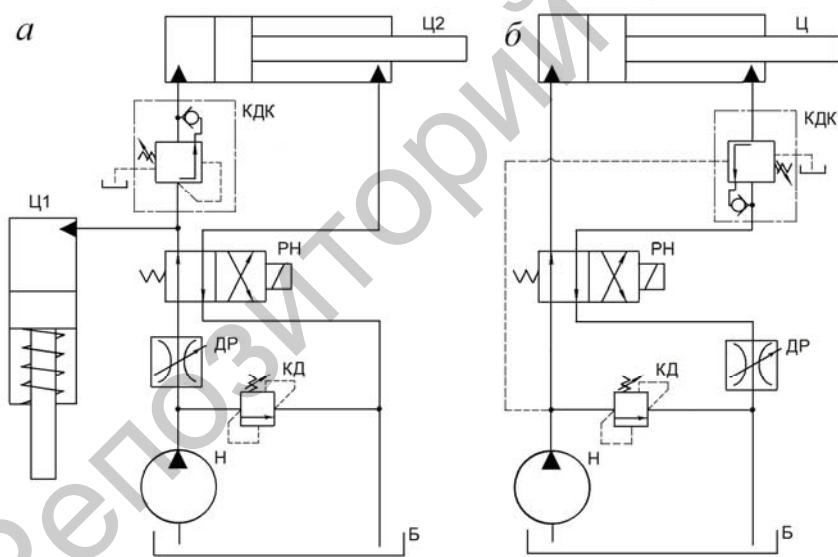


Рис. 1.6. Схемы применения гидроклапана последовательности с обратным клапаном для обеспечения необходимой последовательности работы гидроцилиндров Ц1 и Ц2 ($а$) и блокировки работы гидроцилиндра Ц по давлению ($б$)

1.5. Гидроклапаны предохранительные

1.5.1. Назначение и область применения

Гидроклапаны предохранительные предназначены для регулирования давления в гидросистемах, поддержания постоянного установленного давления, предохранения гидравлической системы от превышения давления и перегрузки и разгрузки системы от давления с помощью дистанционного управления. Они относятся к двухступенчатым нормально закрытым клапанам и являются гидроаппаратами непрямого действия со вспомогательным клапаном. В клапанах прямого действия размеры рабочего проходного сечения изменяются в результате непосредственного воздействия на запорно-регулирующий золотник проходящего через него потока рабочей жидкости. В клапанах непрямого действия размеры рабочего проходного сечения изменяются в результате воздействия на основной запорно-регулирующий золотник потока жидкости, сначала поступающего через срабатывающий промежуточный вспомогательный клапан.

Предохранительные клапаны ограничивают повышение давления в системе сверх заданного путем периодического или однократного отвода жидкости в бак. Переливные клапаны предназначены для поддержания давления в системе путем непрерывного слива жидкости, например, при дроссельном регулировании расхода и скорости гидродвигателя. Они применяются в гидросистемах станков и других видах гидрофицированного стационарного оборудования.

1.5.2. Устройство и принцип работы предохранительных клапанов

Гидроклапан предохранительный может быть трубного или стыкового монтажа с работой в автоматическом режиме, а также с электромагнитной разгрузкой системы (рис. 1.7). Он состоит из основного нормально закрытого клапана с корпусом 1, в котором находится золотник 3, с торца поджатый к седлу 2 пружиной 4. Кроме того, имеется вспомогательный клапан с корпусом 5, в котором находится запорный клапан 12, поджатый к седлу 14 пружиной настройки давления 13, усилие которой регулируется винтом 11.

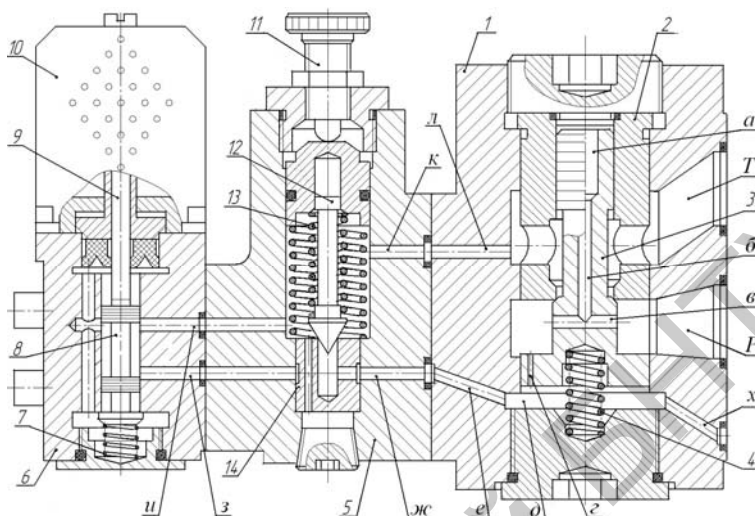


Рис. 1.7. Конструкция предохранительного гидравлического клапана с электромагнитным управлением разгрузкой

Предохранительный гидравлический клапан с электромагнитным управлением разгрузкой дополнительно имеет распределитель с корпусом 6, в котором находится золотник 8, пружиной 7 поджатый к толкателю 9 электромагнита 10. В гидроклапане имеются полости подвода *P*, отвода *T* и вспомогательные *a* и *д*, а также каналы управления *б*, *в*, *г*, *е*, *ж*, *х* и вспомогательные – слива *з*, *и*, *к*, *л*.

Рабочая жидкость подводится в полость *P* и по каналам *в* и *б* поступает в полость *a* над верхним торцом золотника 3 и через демпферное отверстие *г* – в полость *д* под нижним торцом золотника 3, из которой по каналам *е* и *ж* – к запорному клапану 12, настроенному на определенное давление пружиной 14 и регулировочным винтом 11.

Если давление в гидросистеме не превышает установленное, то запорный клапан 12 прижат к седлу 14 пружиной 13 и поток жидкости через каналы *е* и *ж* и демпферное отверстие *г* отсутствует. В связи с этим давление в полостях *a*, *P* и *д* одинаково и силы давления, действующие на золотник 3, уравниваются, а золотник 3 усилием пружины 4 прижат к седлу 2, благодаря чему напорная и сливная магистрали гидросистемы разъединены, так как полости *P* и *T* перекрыты.

В случае повышения давления в гидросистеме увеличивается давление в полостях P , a и d , а также на запорный клапан 12 , который, преодолевая усилие пружины 13 , переместится от седла 14 вверх. Рабочая жидкость из полости d по каналам e , $ж$, $к$ и $л$ поступит в полость T на слив, а из полости P – через демпферное отверстие 2 , создающее потери давления, жидкость будет пополняться в полость d в меньшем объеме. В связи с этим давление в полости d станет меньше, чем в полостях a и P . За счет усилия, созданного разностью давлений в указанных выше полостях, золотник 3 переместится, сжимая пружину 4 и через имеющуюся на нем проточку соединит полость P от напорной магистрали с полостью T , соединенную со сливом, в результате чего давление в полости P уменьшается.

Перемещение золотника 3 происходит до тех пор, пока силы от давления в полостях P и a не уравновесят усилие от давления в полости d и усилие пружины 4 , после чего давление в полости P автоматически поддерживается постоянным. При изменении давления равновесие сил, действующих на золотник 3 , нарушается. Золотник 3 перемещается вверх, уменьшая проходное сечение из полости P в T при уменьшении давления в полости P , так как давление в полости d выше, что ведет к повышению давления. При повышении давления в полости P золотник 3 смещается вниз, увеличивая проходное сечение на слив из P в T , так как давление в полостях a и P выше, и давление понижается.

Если давление в полости P уменьшится и станет ниже настроенного, то оно понизится в полостях a , d и на запорный клапан 12 , который под действием пружины 13 прижимается к седлу 14 , и поток рабочей жидкости из полости d на слив прекращается. Давление в полостях P , a и d выравнивается, и действующие на золотник 3 силы от давления жидкости уравниваются, а пружина 4 прижмет золотник 3 к седлу 2 , и полость напора P разъединится с полостью слива T , поэтому давление в полости P восстановится.

1.5.3. Применение предохранительных клапанов в качестве предохранительного и переливного

Гидроклапан предохранительный может использоваться в качестве обычного предохранительного клапана непрямого действия со срабатыванием под воздействием давления основного потока

(рис. 1.8, *а* и *б*), а также в исполнении с разгрузкой системы от давления управляющим потоком *x* (рис. 1.8, *в* и *г*) или с электромагнитным управлением разгрузки (рис. 1.8, *д* и *е*).

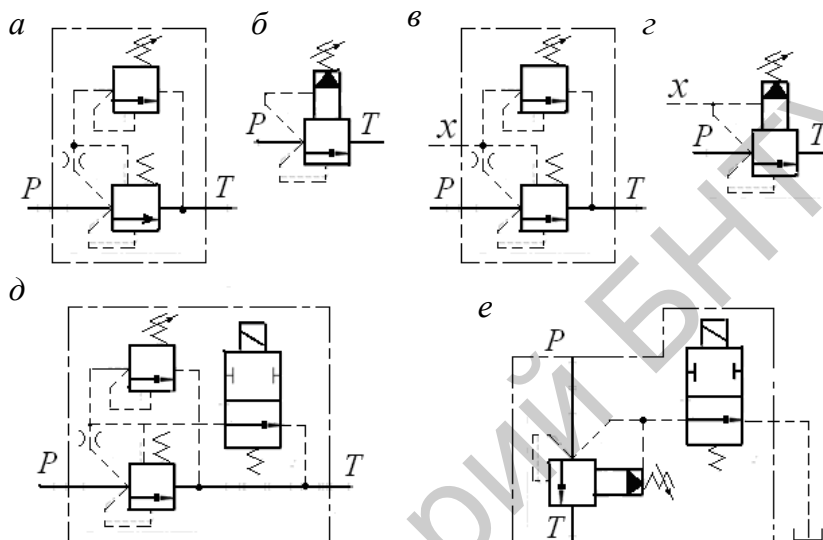


Рис. 1.8. Схемы исполнений предохранительного клапана с детальными (*а*, *в*, *д*) и упрощенными (*б*, *г*, *е*) обозначениями при исполнении им функций обычного предохранительного клапана непрямого действия (*а* и *б*), с дистанционным гидравлическим (*в* и *г*) и с электромагнитным управлением разгрузкой (*д* и *е*)

В случае разгрузки системы управляющим потоком *x* полость *д* (см. рис. 1.7 и 1.8, *в*, *г*) через отверстие *x* соединяется с помощью золотника управления со сливом и при открытом золотнике управления давление в полости *д* падает. В результате этого золотник 3 перемещается вниз и соединяет напорную магистраль *P* со сливной *T* и основной поток жидкости свободно сливается в бак. Если золотник управления закрыт, то клапан будет работать в режиме как обычный предохранительный под действием давления основного потока.

Предохранительный клапан с электромагнитным управлением разгрузкой обеспечивает дистанционное управление при выключенном электромагните 10 (см. рис. 1.7 и 1.8, *д*, *е*), при этом золотник 8 находится в верхнем положении, а полость *д* по каналам *е*, *ж*, *з*, *и*, *к*, *л* соединяется со сливом. Давление в полости *д* падает, зо-

лотник 3 смещается, полости напора P и слива T соединяются, и система разгружается от давления. При включенном электромагните каналы $з$ и $и$ перекрываются и клапан работает в режиме обычного предохранительного.

Предохранительный клапан непрямого действия может применяться в качестве предохранительного в объемном гидроприводе (рис. 1.9, a и 1.10, a) или в качестве переливного в гидросистемах с дроссельным регулированием (рис. 1.9, $б$ и 1.10, $б$). В объемных гидроприводах с регулируемым насосом (см. рис. 1.9, a и 1.10, a) он работает лишь эпизодически как предохранительный в аварийных режимах привода и предохраняет его от перегрузок, когда нагрузка на цилиндр превышает допустимую и через клапан пропускается рабочая жидкость из напорной линии P в сливную T .

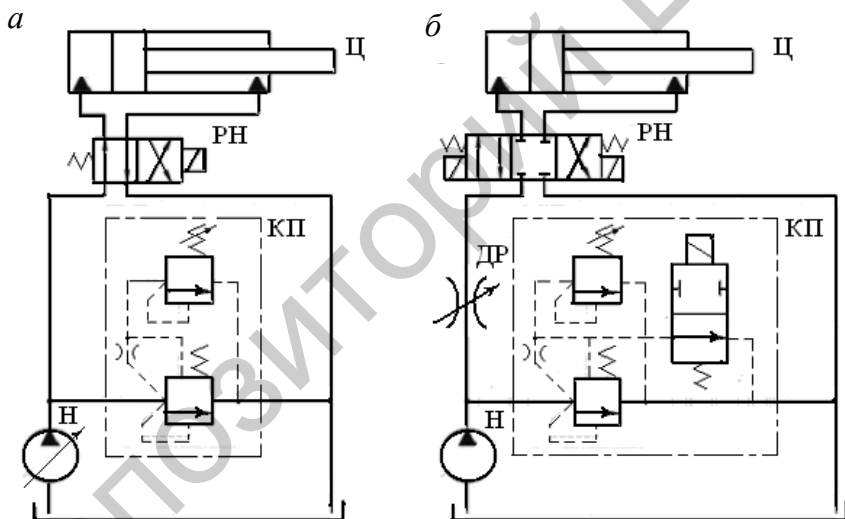


Рис. 1.9. Схемы применения предохранительного клапана непрямого действия с детальными обозначениями при исполнении им функций обычного предохранительного (a) и переливного клапана с дистанционным электромагнитным управлением разгрузкой ($б$)

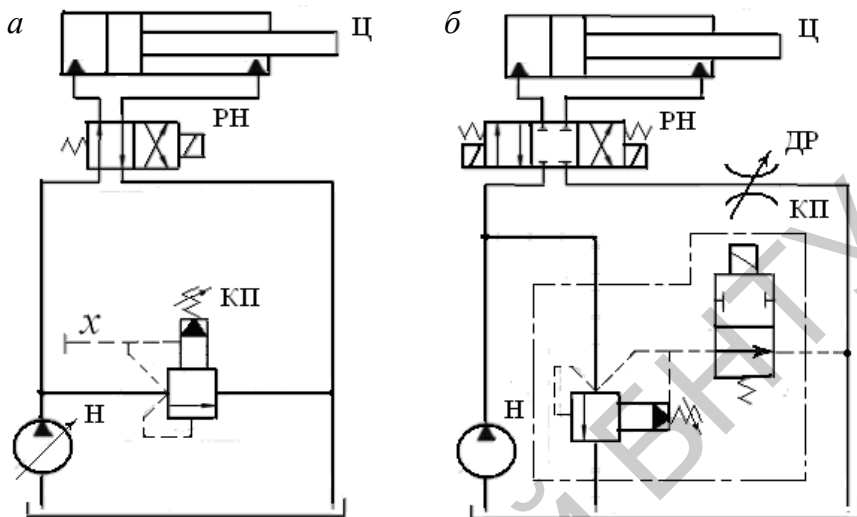


Рис. 1.10. Схемы применения предохранительного клапана непрямого действия с упрощенным обозначением в качестве предохранительного клапана с дистанционным гидравлическим (а) и переливного клапана с электромагнитным (б) управлением разгрузкой

В гидросистемах с дроссельным регулированием расхода (см. рис. 1.9, б и 1.10, б) клапан постоянно действует как переливной и обеспечивает заданное давление в системе путем непрерывного слива излишков рабочей жидкости. Это связано с ограничением дросселем потока жидкости, подаваемой в систему или сливаемой из нее.

Кроме того, в нижеприведенных схемах даны примеры применения предохранительных клапанов с дистанционным электромагнитным (см. рис. 1.9, б и 1.10, б) и гидравлическим (см. рис. 1.10, а) управлением разгрузкой системы гидравлического привода.

1.6. Гидроклапаны редукционные

1.6.1. Назначение и область применения

Гидроклапаны редукционные непрямого действия со вспомогательным клапаном предназначены для понижения давления в отводимом в гидросистему потоке рабочей жидкости по отношению к давлению на входе в клапан. Они обеспечивают регулирование по-

ниженного давления и поддержания его постоянным на выходе из клапана независимо от давления в подводящей магистрали. Редукционные клапаны применяются в гидравлических системах гидроприводов станков и различного технологического оборудования.

1.6.2. Устройство редукционных клапанов

Редукционный клапан представляет собой нормально открытый автоматически действующий дроссель, который в автоматическом режиме изменяет проходное сечение при изменении разности между переменным давлением на входе в клапан и постоянным редуцированным давлением на выходе.

Гидроклапан редукционный может быть трубного или стыкового монтажа и состоит из основного нормально открытого клапана с корпусом 1 (рис. 1.11), в котором в седле 2 находится золотник 3, с торца поджатый пружиной 4.

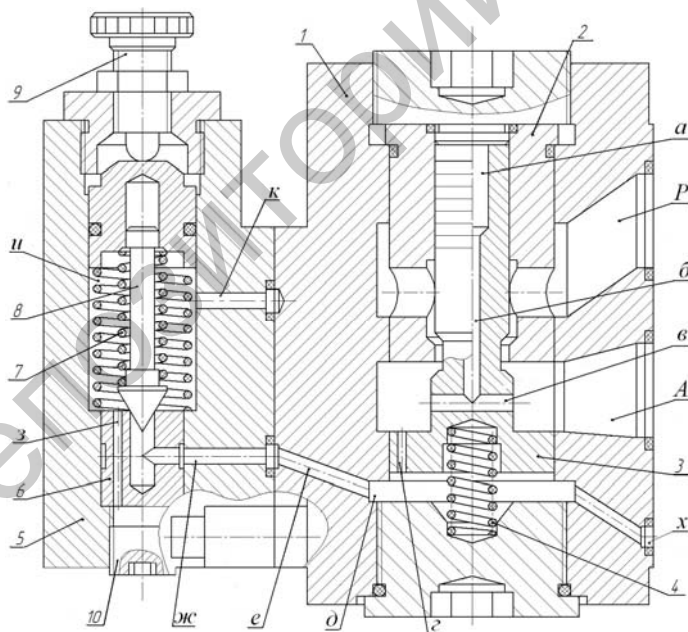


Рис. 1.11. Конструкция редукционного гидравлического клапана
непрямого действия

Кроме того, имеется вспомогательный клапан с корпусом 5, в котором находится запорный клапан 8, поджатый к седлу 6 пружинной настройки давления 7, усилие которой регулируется винтом 9. Он имеет полости подвода P и отвода A рабочей жидкости и вспомогательные a и d , а также каналы управления b , v , z , e , $ж$, x и вспомогательные каналы слива $з$, $и$, $к$.

1.6.3. Принцип работы редуционных клапанов

Рабочая жидкость подводится в полость P (см. рис. 1.11) и через дросселирующую щель проходного сечения, образуемую коническими поверхностями в седле 2 и золотнике 3 и создающую потери давления, проходит с меньшим давлением в полость A , соединенную с участком гидросистемы, в котором необходимо поддерживать постоянное пониженное редуцированное давление. Из полости A по каналам v и b жидкость поступает в полость a под верхний торец золотника 3 и через демпферное отверстие z – под нижний торец золотника в полость d . Кроме того, по каналам e и $ж$ жидкость поступает к запорному клапану 8, настроенному с помощью пружины 7 на определенное давление регулировочным винтом 9. При повышении давления между запорным клапаном 8 и седлом 6 образуется щель, через которую жидкость поступает в полость $и$, а затем на слив по каналу $к$ и сверлениям в корпусе 1 – на стыковую полость или по каналу $з$ и подсоединенному трубопроводу вместо пробки 10.

Для получения требуемого пониженного давления в полости A (см. рис. 1.11) необходимо, чтобы золотник 3 обеспечивал определенное проходное сечение дросселирующей щели между коническими поверхностями золотника 3 и седла 2. Размеры дросселирующей щели зависят от положения равновесия золотника 3, определяемого перепадом давлений полости d и вместе полостей a и A , который равен величине потерь давления в отверстии z . Чем меньшее выходное давление в полости A требуется получить, тем больший должен быть перепад давления между полостями d и $a + A$. Для этого необходимо, чтобы больший поток жидкости проходил через отверстие z и через щель между запорным клапаном 8 и седлом 6, что обеспечивается регулировкой пружины 7 на меньшее усилие. Если давление на участке гидросистемы с пониженным давлением не превышает установленное, то между конической поверхностью

запорного клапана 8 и седлом 6 образуется определенное проходное сечение и поток жидкости через каналы e и $ж$ и демпферное отверстие $г$ постоянно идет на слив. В связи с этим давление в полости $д$ будет ниже давления в полостях a и A на величину потерь давления в отверстии $г$ и золотник 3 перемещается вниз до наступления его уравновешенного состояния. При этом образуется определенное проходное сечение дросселирующей щели между коническими поверхностями золотника 3 и седла 2, которые определяют величину выходного редуцированного давления.

При увеличении или уменьшении редуцированного давления появляется разность давлений в полостях $A + a$ и $д$, что создает осевую силу, перемещающую золотник, при этом изменяются размеры дросселирующей щели и обеспечивается выравнивание редуцированного давления, т. е. величина редуцированного давления автоматически поддерживается постоянной.

Если редуцированное давление в полости A увеличивается, то повышается давление в полостях a и $д$ и на запорный клапан 8, который открывает доступ дополнительному потоку рабочей жидкости через каналы e , $ж$, $и$, $к$ на слив из полости $д$. При этом в меньшем количестве происходит пополнение жидкости из полости A в полость $д$ через демпферное отверстие $г$, создающее потери давления. Создается разность давлений в полостях $д$ и $a + A$ и появляется осевое усилие, перемещающее вниз золотник 3, который уменьшает проходное сечение дросселирующей щели для прохода жидкости из напорной магистрали через полость P в участок гидросистемы с редуцированным давлением через полость A , что приводит к уменьшению давления до настроенной величины.

Если редуцированное давление в полости A становится ниже установленного, то оно понизится в полостях a и $д$ и на запорный клапан 8, который под действием пружины 7 уменьшит поток жидкости на слив. При этом давление в полости $д$ повышается, золотник 3 перемещается вверх и увеличивается проходное сечение для прохода жидкости из полости подвода P в полость редуцирования A , в связи с этим величина настроенного давления восстанавливается.

1.6.4. Схема применения в гидросистеме редукционного клапана

Гидроклапан редукционный непрямого действия может срабатывать под воздействием давления основного потока (рис. 1.12, *а* и *б*), а также с дистанционным гидравлическим управлением путем подвода потока управления к каналу *х* (рис. 1.12, *в*). Редукционный клапан может применяться в гидросистемах с несколькими гидроцилиндрами для обеспечения работы некоторых цилиндров при низшем давлении, чем в основной напорной магистрали.

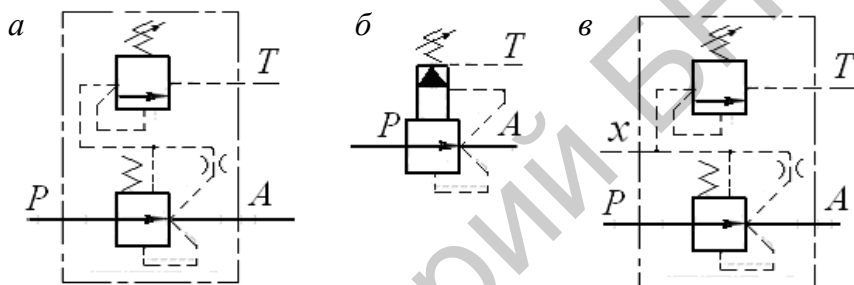


Рис. 1.12. Схемы исполнения редукционного клапана непрямого действия с управлением от основного потока (*а* и *б*) и с дистанционным гидравлическим управлением (*в*)

Этот клапан нормально открыт и пропускает рабочую жидкость из напорной линии *P* в рабочую полость цилиндра с меньшим давлением, например, в цилиндр Ц2 (рис. 1.13). Он действует в постоянном режиме, и им поддерживается постоянное давление на выходе, а излишки рабочей жидкости в связи с ограничением изменяющегося проходного сечения поступают на слив через клапан давления КД (см. рис. 1.13).

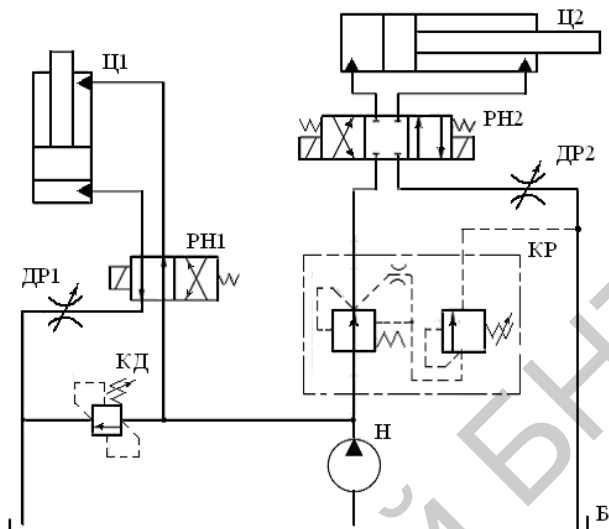


Рис. 1.13. Схема применения в гидросистеме с двумя цилиндрами гидравлического редукционного клапана с управлением от основного потока для подачи в цилиндр Ц2 рабочей жидкости с постоянным пониженным давлением

1.7. Содержание отчета

1. Описание назначения и особенностей принципа работы гидроклапанов давления, гидроклапанов последовательности с обратным клапаном, предохранительных и редукционных клапанов.
2. Условные обозначения гидроклапанов давления, гидроклапанов последовательности с обратным клапаном, предохранительных и редукционных клапанов при различных схемах их исполнений и описание выполняемых ими функций.
3. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения гидроклапанов давления при выполнении ими функций предохранительных и переливных клапанов, а также клапанов разности давлений и последовательности и описание особенностей их применения.
4. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения гидроклапанов последовательности с обратным клапаном при выполнении ими функций обеспечения последовательной работы гидроцилиндров с их управлением как от основного, так и от дистанционных потоков рабочей жидкости и описание особенностей их применения.

5. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения предохранительных клапанов при выполнении ими функций предохранительных и переливных клапанов при их обычном исполнении, а также клапанов с устройством разгрузки гидросистемы и описание особенностей их применения.

6. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения редукционных клапанов при выполнении ими функций обеспечения работы гидроцилиндров с разными давлениями при их обычном исполнении, а также клапанов с устройством разгрузки гидросистемы и описание особенностей их применения.

1.8. Контрольные вопросы

1. Виды, назначение и условные обозначения гидроаппаратов для регулирования давления.

2. Принцип работы и возможности применения гидроклапанов давления с различными схемами их исполнения.

3. В каких случаях гидроклапан давления выполняет функции предохранительного или переливного клапана?

4. Варианты схем подключения гидроклапанов давления в гидросхемы гидравлических приводов при выполнении ими различных функций.

5. Каковы особенности и возможности применения различных схем исполнения гидроклапанов последовательности с обратным клапаном?

6. Варианты схем подключения гидроклапанов последовательно с обратным клапаном в гидравлические схемы при выполнении ими соответствующих функций.

7. Каковы особенности принципа работы предохранительных клапанов при обычном исполнении и с устройством разгрузки и каковы схемы их подключения к гидросистеме?

8. Назначение редукционных клапанов, варианты схем их подключения и особенности применения в гидросистемах приводов.

9. Каковы общие и отличительные особенности конструкций и принципа работы предохранительных и редукционных клапанов?

10. Каковы особенности работы гидроаппаратов для регулирования давления прямого и непрямого действия?

2. АППАРАТУРА РЕГУЛИРОВАНИЯ РАСХОДА РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

2.1. Цель лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы по изучению гидравлической аппаратуры для регулирования расхода рабочей жидкости ставится цель:

а) изучить по сборочным чертежам и реальным объектам конструкции и принцип работы гидроаппаратуры для регулирования расхода рабочей жидкости, т. е. регулируемых щелевых и путевых дросселей, двухлинейных и трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока;

б) научиться выбирать соответствующие виды дросселей и регуляторов для регулирования расхода рабочей жидкости в гидросистеме, исходя из их функциональных возможностей и особенностей работы;

в) знать назначение и типовые варианты схем подключения дросселей и регуляторов для регулирования расхода, чтобы получить навыки их применения при проектировании гидросистем приводов;

г) уметь составлять и оптимизировать гидравлические схемы гидроприводов с применением условных обозначений дросселей и регуляторов для регулирования расхода рабочей жидкости.

В данной лабораторной работе по реальным образцам и плакатам предлагается изучить конструкции и принцип работы регулируемых щелевых и путевых дросселей, двухлинейных и трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока и вычертить схемы их условных обозначений при различных вариантах исполнений. Кроме того, необходимо составить гидравлические схемы с применением указанных гидроаппаратов для регулирования расхода и описать их назначение и выполняемые функции в гидравлическом приводе.

2.2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Последовательно изучить и описать назначение и функциональные возможности регулируемых дросселей с различными видами конструкций запорно-регулирующих элементов, щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и

регуляторов с обратным клапаном, трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока.

2. Последовательно по реальным образцам и сборочным чертежам изучить конструкции указанной гидроаппаратуры для регулирования расхода рабочей жидкости и описать их особенности в зависимости от выполняемых функций.

3. Описать принцип и особенности работы щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и регуляторов с обратным клапаном, трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока при различных исполнениях и вычертить их условные обозначения.

4. Изучить и описать особенности возможных вариантов подключения щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и регуляторов с обратным клапаном и трехлинейных регуляторов расхода, а также дросселирующих делителей потока при различных их исполнениях для регулирования расхода в гидравлических схемах приводов.

5. Согласно заданию составить и описать гидравлические схемы с применением указанных выше типов дросселей и регуляторов расхода, а также дросселирующих делителей потока в гидравлических схемах приводов.

2.3. Дроссели регулируемые

2.3.1. Назначение и область применения

Дроссели предназначены для изменения расхода потока рабочей жидкости в результате прохождения этого потока через местное сопротивление. По характеру рабочего процесса дроссели являются гидравлическими сопротивлениями с заданными характеристиками. Они представляют собой местное регулируемое или нерегулируемое сопротивление, устанавливаемое на пути течения жидкости с целью ограничения ее расхода или создания перепада давления.

Регулируемые дроссели предназначены для регулирования расхода рабочей жидкости за счет изменения их проходного сечения, при этом пропускаемый расход зависит от перепада, т. е. разности давлений до и после дросселя.

По принципу действия дроссели могут быть:

а) вязкостного сопротивления, при этом потеря давления определяется сопротивлением потоку жидкости в дроссельном канале большой длины;

б) вихревого сопротивления, в этом случае потеря давления определяется деформацией потока жидкости и вихреобразованием в канале малой длины.

В гидравлических приводах регулируемые дроссели в основном применяются для регулирования скорости движения выходных звеньев гидродвигателей рабочих органов приводов за счет изменения расхода рабочей жидкости. При этом от них требуется выполнение двух основных функций:

а) возможность получения требуемой характеристики, т. е. зависимости расхода рабочей жидкости Q от перепада давлений Δp на дросселе

$$Q = f(\Delta p);$$

б) сохранение этой характеристики в процессе эксплуатации, а именно, малой ее зависимости от изменения температуры и вязкости рабочей жидкости и неподверженности засорениям проходного сечения.

Рабочая жидкость содержит активно-полярные молекулы, а металлические стенки щелей обладают поверхностной энергией в виде внешнего электрического поля. Процесс протекания жидкости через щель сопровождается отложением поляризованных молекул на ее стенках в виде слоя, который может достигать до 10 мкм, что ведет к уменьшению расхода. При этом данный слой обладает свойствами квазитвердого тела и выдерживает, не разрушаясь, большие нагрузки. Поляризованный слой молекул может разрушаться при увеличении перепада давления, а механическое удаление этого слоя молекул осуществляется при помощи относительного перемещения поверхностей щели.

По характеру зависимости между расходом жидкости и перепадом давления на дросселе они могут быть линейные и квадратичные.

По конструкции дроссели могут быть нерегулируемые и регулируемые.

Нерегулируемые дроссели, выполненные в виде капиллярных каналов, используются в гидравлических аппаратах в качестве всевозможных демпферов, сглаживающих резкое изменение давления в системе.

2.3.2. Виды запорно-регулирующих элементов регулируемых дросселей

Регулируемые дроссели чаще всего применяют в гидравлических приводах для управления скоростью движения выходных звеньев гидродвигателей. Существуют регулируемые дроссели, в которых расход меняется за счет изменения перепада давления и потери давления в аппарате при постоянной площади проходного сечения, но с большой его протяженностью. Например, площадь сечения винтовой канавки дросселя в виде винтовой пары с неполным профилем резьбы (рис. 2.1, а) не изменяется, но количество витков, по которым проходит жидкость, может изменяться. В данном случае зависимость

$$Q = f(\Delta p)$$

при ламинарном течении имеет линейный вид и дроссель называется *линейным*.

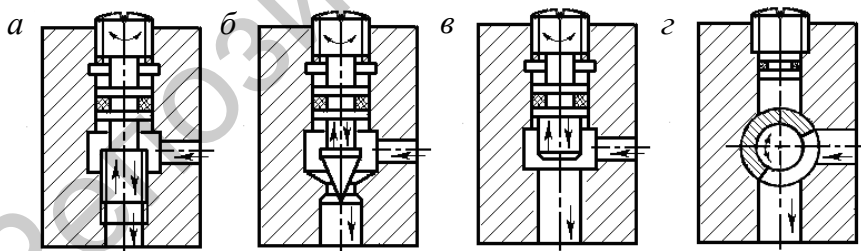


Рис. 2.1. Схемы гидравлических дросселей с резьбовым (а), игольчатым (б), плунжерным (в) и щелевым (г) запорно-регулирующими элементами

В других дросселях регулирование расхода чаще всего осуществляется изменением площади проходного сечения щели дросселя. Для этого используются различные запорно-регулирующие

элементы, перекрывающие эту узкую щель. В игольчатом (см. рис. 2.1, б) и плунжерном дросселе (см. рис. 2.1, в) поток жидкости регулируется перемещением иглы или плунжера в осевом направлении. Дроссели щелевого типа (рис. 2.1, г) регулируют расход жидкости поворотом стержня, имеющего канавку в виде щели, сечение которой переменное.

2.4. Дроссели регулируемые щелевые

2.4.1. Устройство и принцип работы регулируемых дросселей

В гидравлических приводах, для регулирования расходов рабочей жидкости от сотых долей до сотен литров в минуту, применяются регулируемые щелевые дроссели типа ПГ 77-1 (рис. 2.2). Дроссель ПГ 77-1 состоит из корпуса 1, втулки дросселя 2, винта 3, втулки 4, валика 5, лимба 6, контргайки 7, штифта 8, шарикового пружинного фиксатора 9, указателя оборотов 10, пружины 11 и пробки 12.

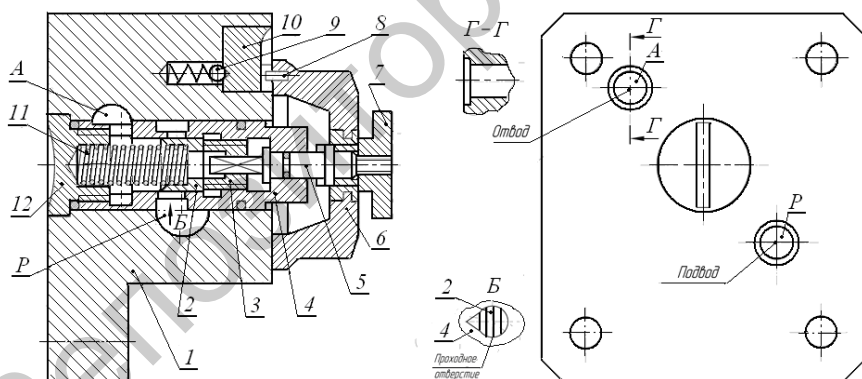


Рис. 2.2. Регулируемый щелевой дроссель ПГ 77-1

Рабочая жидкость подводится в полость P , проходит через дроселирующую щель, образованную острыми кромками фасонного отверстия треугольной формы во втулке 4 и торца втулки-дросселя 2, и отводится из полости A . Расход регулируется путем осевого

перемещения втулки-дросселя 2 с помощью винта 3 в одну сторону и пружины 11 – в противоположную. Винт 3 поворачивается от лимба 6 через валик 5. Полному осевому перемещению втулки-дросселя 2 соответствуют четыре оборота лимба 6. После каждого полного оборота лимба 6 с помощью штифта 8 на 1/4 оборота поворачивает указатель 10, на торце которого имеются цифры 1,..., 4. От самопроизвольного поворота указатель поворотов 10 удерживается шариковым пружинным фиксатором 9.

Расход рабочей жидкости через дроссель определяется зависимостью

$$Q_{\text{др}} = \mu f_{\text{др}} \sqrt{\frac{2g}{\gamma} \Delta p},$$

где μ – коэффициент расхода: $\mu = 0,6-0,7$;

$f_{\text{др}}$ – площадь проходного сечения щели дросселя;

g – ускорение свободного падения;

γ – удельный вес рабочей жидкости;

Δp – перепад давления на дросселе.

Расход жидкости через дроссель $Q_{\text{др}}$ при прочих равных условиях зависит не только от площади рабочего проходного сечения $f_{\text{др}}$, но и от перепада давлений Δp на дросселе. Чем меньше перепад давлений Δp , тем меньше расход $Q_{\text{др}}$, и наоборот. Квадратный корень в вышеприведенной формуле показывает, что эта зависимость применяется для квадратичных дросселей.

2.4.2. Схемы подключения регулируемых дросселей в гидросистему

При дроссельном регулировании возможны разные варианты установки дросселя в гидросистему, а именно, последовательно (рис. 2.3, а, б) и параллельно (рис. 2.3, в) рабочему органу. При последовательной установке дросселя могут быть варианты на входе (см. рис. 2.3, а) и на выходе (см. рис. 2.3, б).

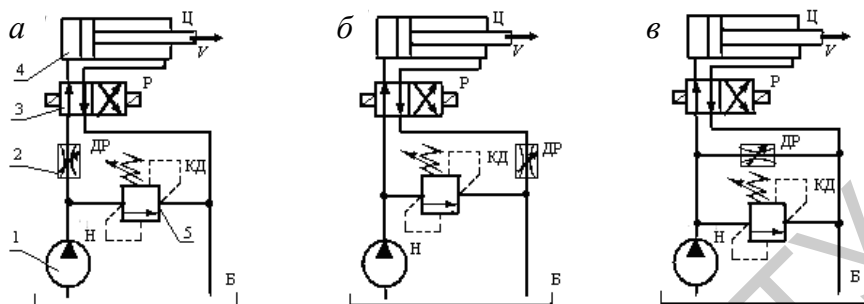


Рис. 2.3. Схема подключения дросселя последовательно на входе (а) и на выходе (б) и параллельно гидравлическому цилиндру (в)

При включении дросселя на входе (см. рис. 2.3, а), при работе насоса 1 с постоянным расходом, жидкость поступает к дросселю 2 и клапану 5. Дроссель 2 настроен на определенный расход, который необходим для обеспечения конкретной скорости рабочего органа. Жидкость с этим расходом через распределитель 3 поступает в бесштоковую полость цилиндра 4 и обеспечивает нужную скорость рабочего органа. Так как не вся жидкость, подаваемая насосом 1, проходит через дроссель 2, то в трубопроводе между насосом и дросселем создается избыточное давление, под действием которого клапан 5 открывается для слива избытка жидкости в бак.

При включении дросселя на выходе (см. рис. 2.3, б) он настраивается на определенный расход жидкости, поступающей по сливной магистрали из штоковой полости цилиндра, обеспечивая требуемую скорость рабочего органа. При включении дросселя параллельно гидроцилиндру (см. рис. 2.3, в) он настраивается на конкретный расход жидкости, чтобы получить требуемую скорость, исходя из условия, что в рабочую полость подается жидкость от насоса с постоянным расходом за минусом ее определенного расхода, поступающего на слив через дроссель и клапан давления.

В гидравлических приводах дроссель может устанавливаться, как указывалось выше, последовательно в напорной линии (дроссель на входе), в сливной линии (дроссель на выходе) и параллельно гидродвигателю. Однако, независимо от места установки дросселя, при изменении нагрузки на гидродвигатель на дросселе меняется перепад давлений Δp , который влияет на расход через дроссель

$Q_{др}$. Вследствие этого при переменной нагрузке с помощью одного дросселя нельзя получить постоянный расход и, следовательно, стабильную скорость выходного звена гидродвигателя. Поэтому в гидроприводах с дроссельным регулированием при переменных нагрузках применяют регуляторы расхода.

2.5. Дроссели путевые

2.5.1. Назначение и область применения

Дроссели путевые предназначены для торможения исполнительных органов, получения малых скоростей и быстрого возвращения этих исполнительных органов в исходное положение. Торможение обеспечивают путевые дроссели без обратного клапана (рис. 2.4, *а* и *б*), а малые скорости – при наличии дополнительного дросселя (рис. 2.4, *б* и *г*).

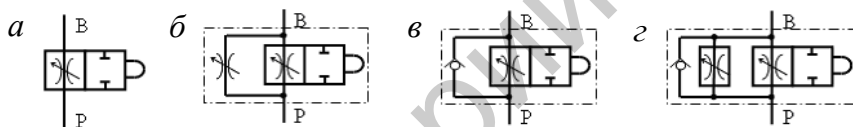


Рис. 2.4. Условное графическое обозначение путевых дросселей обычного исполнения (*а*), с дросселем малых расходов (*б*), с обратным клапаном (*в*), с обратным клапаном и дросселем малых расходов (*г*)

Быстрое возвращение рабочего органа характерно для путевых дросселей с обратными клапанами (рис. 2.4, *в* и *г*). Путевые дроссели обычно имеют механическое управление от кулачков.

2.5.2. Принцип работы путевого дросселя

Поток рабочей жидкости, подводимой к полости *P*, через радиальный и осевой каналы обратного клапана δ попадает в его надклапанную полость и далее проходит через кольцевую щель, образованную рабочими кромками золотника *2* и корпуса *1*, и выходит через полость *B* (рис. 2.5).

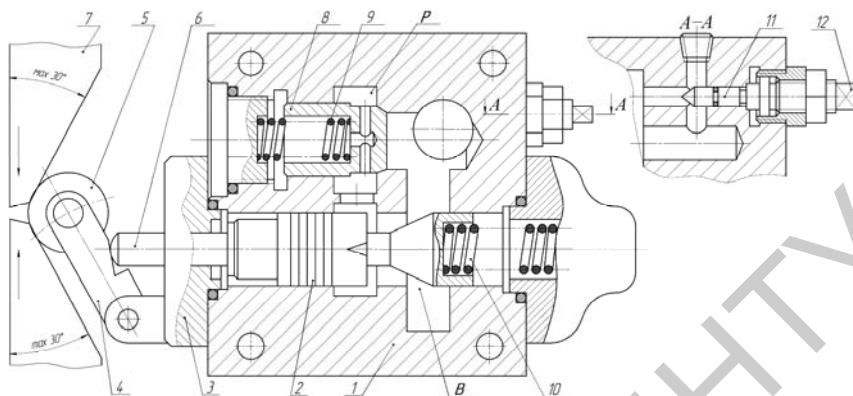


Рис. 2.5. Путьевой дроссель с механическим управлением типа МДО для торможения и получения малых скоростей исполнительных органов и быстрого их возвращения

При нажатии на ролик 5, например, кулачком 7, установленным на подвижном рабочем органе, рычаг 4 поворачивается в кронштейне 3 и воздействует на толкатель 6 и, преодолевая усилие пружины 10, смещает золотник 2. Сечение кольцевой щели уменьшается, увеличивая дросселирование потока, и этот процесс может происходить до полного перекрытия щели проходного сечения. В этом случае поток масла из полости *P* в полость *B* может попасть только через дроссель малых расходов 11.

Вращением винта 12 можно регулировать величину потока, проходящего из полости *P* в полость *B* через дроссель 11, и тем самым регулировать величину малой скорости торможения. В обратном направлении из полости *B* в полость *P* поток рабочей жидкости, минуя золотник 2 и дроссель 11, проходит через обратный клапан 8, который смещается под действием давления жидкости, преодолевая усилие пружины 9.

2.5.3. Схемы подключения путевых дросселей в гидросистему

Способы подключения путевых дросселей для торможения и получения малых скоростей рабочих органов и быстрого возвращения их в исходное положение показаны на рис. 2.6. Путьевой дроссель ДП1 (рис. 2.6, *a*) обеспечивает торможение и малую скорость при движении

рабочего органа влево и сливе рабочей жидкости соответственно через основной и дополнительный дроссель. Дроссель ДП2 (см. рис. 2.6, а) – только торможение при движении рабочего органа вправо и сливе через него потока жидкости из полости цилиндра.

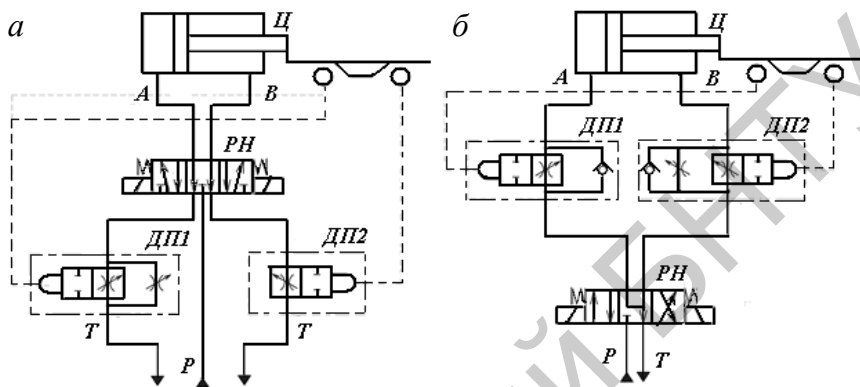


Рис. 2.6. Схемы подключения путевых дросселей для торможения и получения малых скоростей рабочих органов (а и б) и быстрого возвращения их в исходное положение (б)

Путевой дроссель ДП1 (рис. 2.6, б) обеспечивает торможение при движении рабочего органа вправо и подаче рабочей жидкости через дроссель в левую полость цилиндра и быстрое возвращение в исходное положение при движении влево и сливе жидкости через его обратный клапан. Дроссель ДП2 обеспечивает торможение (см. рис. 2.6, б) и малую скорость при движении влево и подаче рабочей жидкости через основной и дополнительный дроссель в правую полость цилиндра и быстрое перемещение при движении вправо и сливе жидкости через обратный клапан.

2.6. Регуляторы расхода двухлинейные

2.6.1. Назначение и область применения регуляторов расхода

Регуляторами расхода называются гидроаппараты управления расходом, предназначенные для поддержания заданного значения расхода рабочей жидкости независимо от перепада давлений в подводящем и отводящем потоках.

Регуляторы расхода применяются для регулирования скоростей движения рабочего органа, когда необходимо стабилизировать скорость, т. е. поддерживать ее постоянной при изменяющемся давлении в системе. Кроме этого, они используются для регулирования скорости двух или более одновременно работающих гидродвигателей при различных скоростях и давлениях.

Конструктивно регуляторы расхода представляют собой гидроаппараты, обычно состоящие из регулируемого дросселя и редукционного клапана. При помощи дросселя регулируется расход рабочей жидкости, а при помощи клапана автоматически обеспечивается постоянный перепад давлений на дросселе. Клапаны, входящие в состав регуляторов расхода, могут быть включены относительно дросселя как последовательно, так и параллельно.

2.6.2. Устройство и принцип работы двухлинейного регулятора расхода

Конструктивная схема *двухлинейного регулятора расхода* типа МПГ 55-2 представлена на рис. 2.7, а. На ней дроссель 10 изображен условно, так как конструкция его может быть различной. Поток рабочей жидкости подводится к каналу *P* корпуса регулятора потока, через рабочую щель 3 редукционного клапана проходит в полость 4 и через дроссель 10 выходит в канал *A*, при этом расход на выходе из регулятора определяется настройкой дросселя 10.

Давление перед дросселем, подводимое из полости 4 по каналам управления 9 и 11 в торцовые камеры золотника 5 и 1, стремится поднять золотник 2 и перекрыть рабочую щель 3. Давление после дросселя из канала *A* по каналу управления 8 подводится в верхнюю камеру 6 и вместе с пружиной 7 действует в сторону открытия щели 3.

Если во время работы давление на выходе из дросселя *A* уменьшается, то уменьшается и давление в камере 6, золотник 2 перемещается вверх и прикрывает щель 3, поэтому давление перед дросселем 10 также уменьшается. При повышении давления на выходе *A* золотник 2, смещаясь вниз, открывает щель 3 и давление на входе в дроссель также возрастает. Таким же образом золотник реагирует на изменения давления на входе в регулятор *P*, но при увеличении давления на входе *P* щель 3 прикрывается, а при уменьшении – открывается.

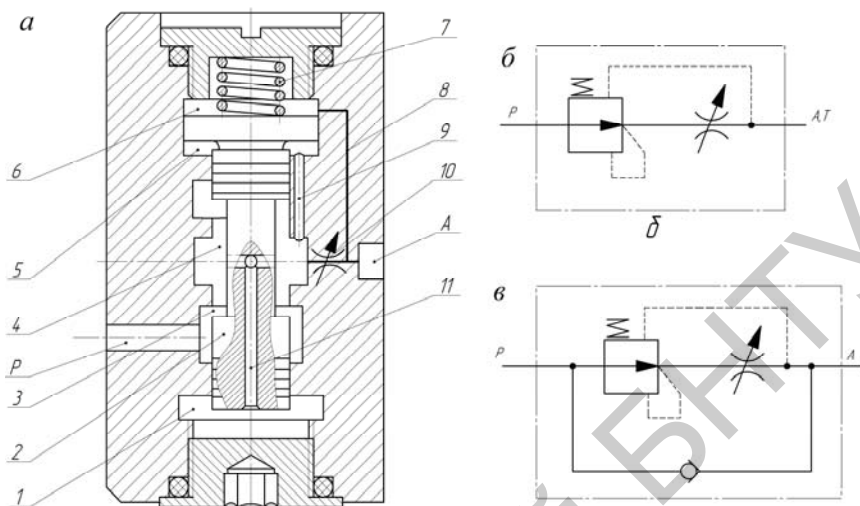


Рис. 2.7. Конструктивная схема двухлинейного регулятора расхода типа МПГ 55-2 (а) и условные обозначения регуляторов типа МПГ 55-2 (б) и регуляторов с обратным клапаном МПГ 55-3 (в)

Следовательно, при изменениях давлений в полостях P и A клапан автоматически поддерживает постоянный перепад давлений на дросселе 10, благодаря чему регулятор расхода поддерживает настроенную величину расхода с точностью $\pm 5\%$ во всем диапазоне температур и давлений. Условное обозначение двухлинейного регулятора расхода такого типа приведено на рис. 2.7, б.

2.7. Регуляторы расхода двухлинейные с обратным клапаном

2.7.1. Устройство двухлинейного регулятора расхода с обратным клапаном

Для обеспечения независимого регулирования движения прямого и обратного хода рабочего органа или для регулирования одного движения используется конструкция *двухлинейного регулятора расхода с обратным клапаном* типа МПГ 55-3. Конструктивно регулятор расхода с обратным клапаном представляет собой гидроаппарат, состоящий из регулируемого дросселя, а также редукционного

и обратного гидроклапанов. При помощи дросселя и редукционного клапана соответственно регулируется и автоматически обеспечивается постоянный расход рабочей жидкости, а через обратный клапан свободно проходит обратный поток жидкости из канала *A* в канал *P* (см. рис. 2.7, в).

Конструкция такого гидроаппарата представлена на рис. 2.8.

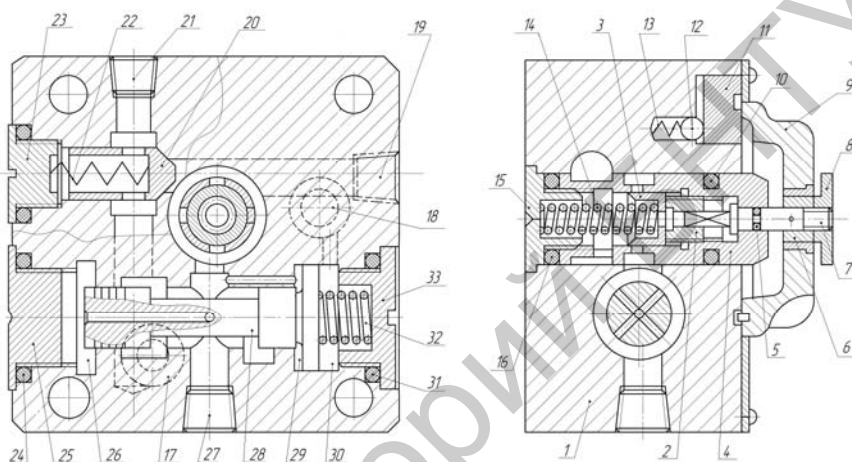


Рис. 2.8. Регулятор расхода с обратным клапаном типа МПГ 55-3

Регулятор состоит из корпуса 1, винта 2, втулки-дросселя 3, втулки 4, уплотнительных колец 5, 10, 16, 24, 31, втулки 6, винта регулировочного 7, гайки 8, лимба 9, указателя оборотов 11, шарика 12, пружин 13, 14, 22, 32, пробки 15, 19, 21, 23, 25, 27, 33, гидроклапана обратного 20, золотника 28.

2.7.2. Принцип работы двухлинейного регулятора расхода с обратным клапаном

При работе регулятора расхода втулка-дроссель 3 регулирует расход путем ее осевого перемещения с помощью винта 2 в одну сторону и пружины 14 – в противоположную, а значит и скорость движения рабочего органа только в одном направлении – при движении жидкости из полости подвода 17 в полость отвода 18. В этом

случае жидкость из системы поступает в полость подвода 17 и далее через регулируемый зазор между торцом золотника 28 и отверстием в корпусе 1 к дросселирующей щели во втулке 4. Далее жидкость через отверстие во втулке 4 поступает к полости отвода 18. Отверстиями в корпусе и золотнике полости 26 и 29 сообщаются отверстиями в корпусе и золотнике с полостью, которая находится перед дросселем, а полость 30 связана отверстиями в корпусе с полостью отвода 18 за дросселем. Золотник 28 находится в равновесии под действием возникающих давлений в его торцовых полостях 26 и 29 с одной стороны и усилия пружины 32 и давления в полости 30 – с противоположной.

При повышении давления в напорной магистрали давление в полостях 26, 29 и 30 увеличивается, что приводит к нарушению равновесия сил, действующих на золотник 28. Под действием гидростатической силы, создаваемой давлением жидкости в полостях 26 и 29, золотник перемещается влево, сжимая пружину 32, и его дросселирующая кромка изменяет зазор, через который жидкость проходит к дросселю. В результате этого давление на входе в дроссель понижается по сравнению с давлением в напорной магистрали и таким образом на дросселирующей щели поддерживается постоянный перепад давления. Расход жидкости в регуляторе расхода МПГ 55-3 регулируется изменением проходного сечения щелевого дросселя, конструкция которого рассматривалась выше.

Обратный клапан 20 позволяет рабочей жидкости свободно проходить из полости отвода 18 в полость подвода 17.

2.7.3. Схемы подключения двухлинейных регуляторов расхода

Рассмотренные двухлинейные регуляторы расхода могут устанавливаться последовательно как на входе, так и на выходе из гидродвигателя (рис. 2.9), а МПГ 55-2 – еще и параллельно.

Двухлинейный регулятор расхода с обратным клапаном устанавливается только последовательно, так как рабочая жидкость должна проходить через обратный клапан в обратную сторону на слив, и устанавливается он в связи с реверсивным направлением течения жидкости между распределителем и гидродвигателем (рис. 2.9 и 2.10).

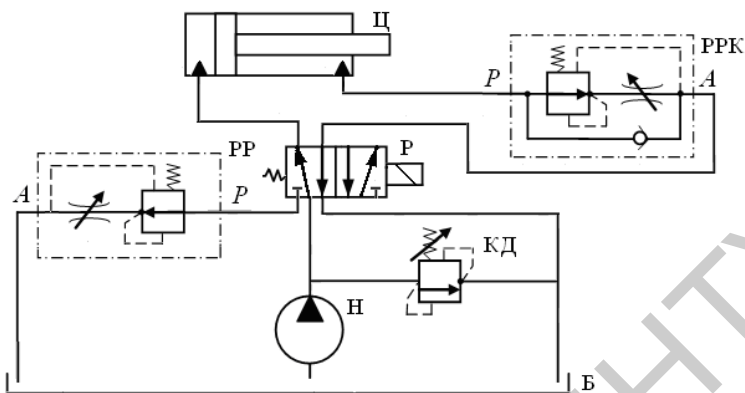


Рис. 2.9. Схема подключения на выходе двухлинейного регулятора расхода с обратным клапаном и без клапана для регулирования скорости прямого и обратного хода

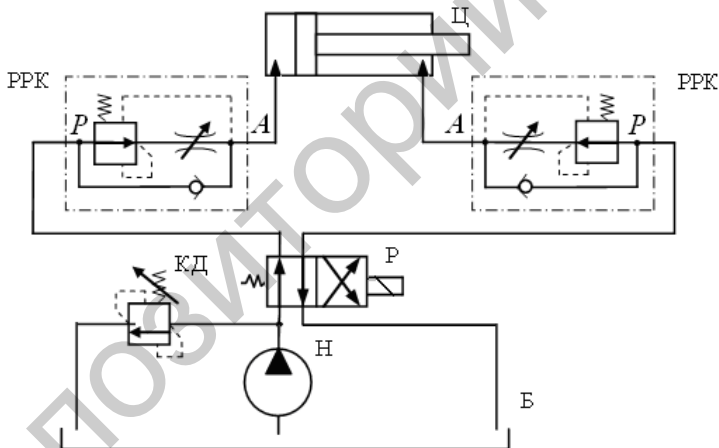


Рис. 2.10. Схема подключения на входе двухлинейных регуляторов расхода с обратным клапаном для регулирования скорости прямого и обратного хода

При установке регуляторов на входе к напорной линии можно подключать несколько регуляторов одновременно и регулировать ими расход для нескольких гидродвигателей. При этом независимая работа гидродвигателей обеспечивается, если расход в напорной гидролинии больше суммы расходов, поступающих в одновременно

работающие гидродвигатели. Давление в напорной магистрали всегда максимальное и не зависит от нагрузки на гидродвигатели.

Давление от нагрузки на гидродвигатели при установке на входе воспринимает полость *A* регулятора расхода (см. рис. 2.10). При установке регуляторов на выходе изменяющееся давление от нагрузки на гидродвигатели воспринимает полость *P* регулятора расхода (см. рис. 2.9). В этом случае обычный регулятор расхода устанавливается после гидрораспределителя, а с обратным клапаном – между гидроцилиндром и распределителем.

2.8. Регуляторы расхода трехлинейные

2.8.1. Устройство и принцип работы трехлинейного регулятора расхода

В станочных гидроприводах также применяются *трехлинейные регуляторы расхода*. Конструктивно трехлинейный регулятор расхода представляет собой гидроаппарат, состоящий из регулируемого дросселя и предохранительного гидроклапана (рис. 2.11). Регулятор расхода с предохранительным клапаном типа МПГ 55-1М состоит из корпуса 1, втулки 2, втулки-дросселя 3, винта 4, указателя оборотов 5, винта регулировочного 6, гайки 7, лимба 8, штифта 9, пружин 10, 16, 19, пробки 11, 26, переходника 12, валика 13, корпуса вспомогательного клапана 14, винта 15, шарика 17, втулки 22 и золотника 24.

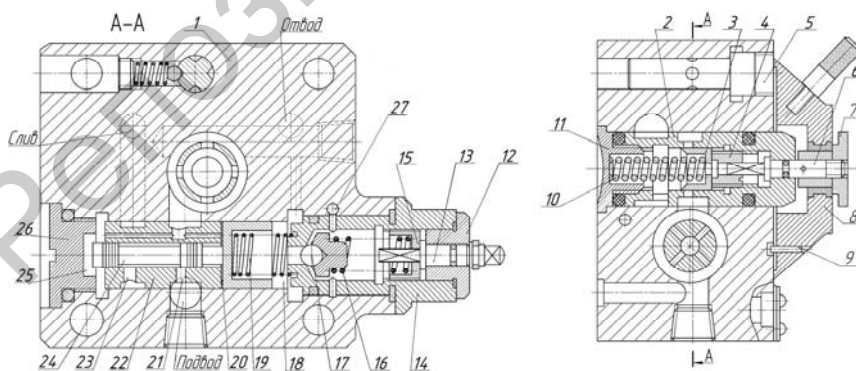


Рис. 2.11. Трехлинейный регулятор расхода типа МПГ 55-1М

Рабочая жидкость из напорной линии через канал подвода поступает непосредственно к дросселирующей щели регулятора и далее через отверстия во втулке 2 и отверстие отвода подается в гидросистему. Золотник 24 при своем осевом перемещении изменяет дросселирование части потока рабочей жидкости, проходящей из напорной линии через отверстие 21, частично перекрываемое его рабочей кромкой, к отверстию 23 сливной линии.

В процессе работы золотник находится в равновесии под действием усилия пружины 19 и усилий от давления рабочей жидкости в его торцовых полостях 20 и 25, соединенных с полостью входа в дросселирующую щель, а также в полости 18, соединенной с выходом из дросселирующей щели. Это обеспечивает автоматическое поддержание постоянного перепада давлений на дросселирующей щели и изменение давления рабочей жидкости в напорной линии в зависимости от давления в отводном отверстии.

Если давление $p_{\text{ц}}$ в цилиндре увеличивается, то через отводное отверстие повышается давление в полости 18 (см. рис. 2.11), которое может преодолеть настроенное усилие пружины 16 шарикового вспомогательного клапана 17. В этом случае шариковый клапан 17 открывается, и полость 18 через вспомогательный клапан и специальное отверстие 27 соединяется со сливной линией, и аппарат, работая подобно предохранительному клапану непрямого действия, защищает гидросистему от перегрузки.

2.8.2. Схема подключения трехлинейного регулятора расхода

Канал подвода P трехлинейного регулятора расхода подключается к напорной гидролинии (рис. 2.12, a), канал отвода A – к гидродвигателю, а канал T – к сливной линии в бак. Изменение нагрузки F на штоке цилиндра приводит к соответствующему изменению давлений в цилиндре

$$p_{\text{ц}} = F/S$$

и давлению на входе в регулятор $p_{\text{н}}$, при этом перепад давлений на дросселирующей щели регулятора

$$\Delta p = p_{\text{н}} - p_{\text{ц}}$$

поддерживается постоянным с помощью предохранительного клапана. Условные обозначения *трехлинейных регуляторов* с предохранительным клапаном непрямого и прямого действия приведены на рис. 2.12, б и в.

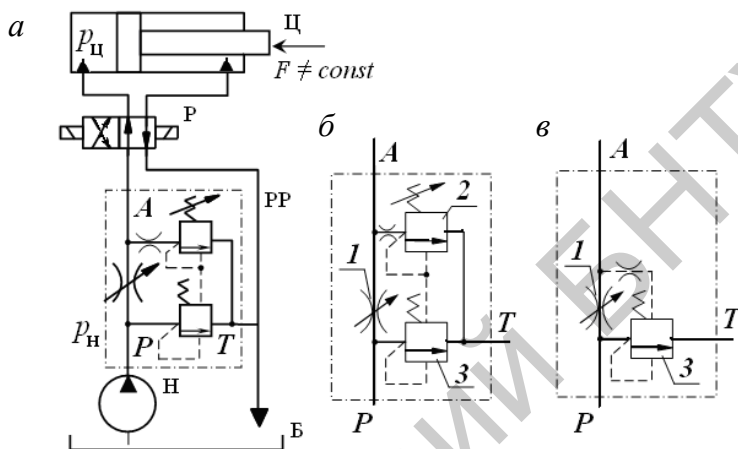


Рис. 2.12. Схема подключения трехлинейного регулятора расхода для регулирования скорости прямого и обратного хода (а) и его условные обозначения с предохранительным клапаном непрямого (б) и прямого действия (в)

Расход рабочей жидкости, подаваемый к гидродвигателю через канал *A*, устанавливается регулировкой дросселя *1*. Постоянный перепад давлений на дросселе поддерживается переливным клапаном *3*, через который по каналу *T* постоянно сливается жидкость из напорной линии. В положении равновесия рабочая щель клапана *3* открыта на такую величину, что разность давлений на входе и выходе из дросселя уравнивает усилие пружины клапана *3*.

При изменении нагрузки *F* и давления на выходе клапан *3* автоматически поддерживает постоянный перепад давлений на дросселе *1* за счет изменения давления в напорной гидролинии, при этом с уменьшением нагрузки давление в напорной линии также уменьшается.

Если давление на выходе в канале *A* увеличивается, то клапан *3*, воспринимая давление сверху, прикрывает слив из напорной линии по каналу *T* и давление на входе в дроссель *1* также увеличивается,

и наоборот. При повышении давления в канале *A* выше настройки вспомогательный клапан 2 открывается и давление у верхнего торца клапана 3 уменьшается и аппарат работает как предохранительный клапан непрямого действия. Поскольку регуляторы расхода типов МПГ 55-1М и 2МПГ 55-1 поддерживают в напорной линии давление, примерно соответствующее нагрузке, при минимальной разнице расходов на входе и выходе они более экономичны по сравнению с регуляторами типов МПГ 55-2М и МПГ 55-3М, при применении которых насос работает с максимальной нагрузкой.

При этом трехлинейный регулятор расхода настраивает требуемое давление в напорной линии в зависимости от нагрузки, что дает более экономичную схему регулирования скорости. Использовать такие регуляторы при одновременной работе двух и более гидродвигателей нельзя, поскольку давление в напорной линии будет настраиваться по тому из гидродвигателей, у которого нагрузка меньше. При использовании в гидравлической схеме трехлинейного регулятора расхода с двумя клапанами предохранительный и переливной клапан можно не использовать. В целях уменьшения минимально допустимого потока масла применяются регуляторы расхода типа 2МПГ 55-1 без вспомогательного клапана (см. рис. 2.12, в). Поскольку аппараты типа 2МПГ 55-1 не защищают гидросистему от перегрузки, то в гидравлическую схему необходимо дополнительно устанавливать предохранительный клапан.

2.9. Дросселирующие делители потока

2.9.1. Назначение и принцип работы дросселирующих делителей потока

Делители потока относятся к синхронизаторам расходов, предназначены для деления одного потока рабочей жидкости на два и устанавливаются последовательно в напорной линии. По принципу действия делители потоков разделяют на объемные с дозированием потоков и дросселирующие. Наибольшее распространение в станочных гидроприводах получили дросселирующие делители, в которых деление расходов происходит вследствие дросселирования потоков рабочей жидкости.

Делитель потока (рис. 2.13) имеет два нерегулируемых дросселя 1 и двусторонний плунжерный автоматически регулируемый дроссель 2, проходные боковые сечения которого могут автоматически изменяться благодаря осевому перемещению плунжера в корпусе 3. Делитель потока работает следующим образом. При равенстве нагрузок на гидроцилиндры ($F_1 = F_2$) и площадей поршней гидроцилиндров давления в каналах отвода, т. е. $p_1 = p_2$, перепад давлений в делителе равен нулю, т. е.

$$\Delta p = p_3 - p_4 = 0.$$

В этом случае плунжер 2 делителя потока занимает среднее положение, а расходы в линиях обоих цилиндров Q_1 и Q_2 одинаковые.

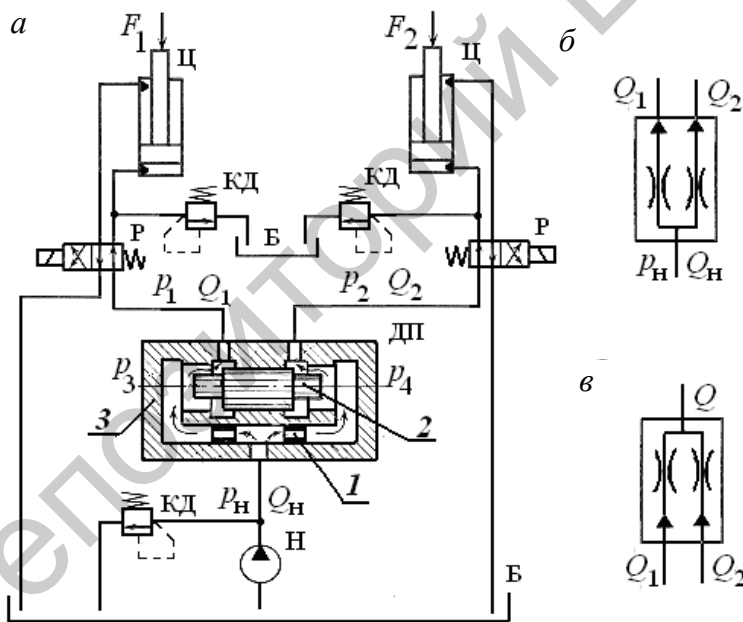


Рис. 2.13. Схема подключения делителя потока в гидросистему в виде его конструктивной схемы (а) и условные обозначения делителя (б) и сумматора (в) потоков жидкости

Если нагрузка на один из двух цилиндров изменится, то под действием возникшего перепада давлений у плунжера делителя

$$\Delta p = p_3 - p_4$$

он начинает смещаться из среднего положения в сторону с меньшим давлением. При этом одновременно с двух сторон изменяются проходные сечения дросселя 2 и дросселирующие потоки в его боковых щелях. Поддержание равенства расходов в обеих ветвях Q_1 и Q_2 осуществляется за счет дросселирования потока в той гидролинии, где гидродвигатель нагружен меньше. Когда давления p_3 и p_4 выровняются, плунжер займет положение, при котором расходы в обеих ветвях Q_1 и Q_2 опять будут одинаковыми.

К синхронизаторам расходов относится также сумматор потока. В этом случае в подводимых к нему двух трубопроводах поддерживаются постоянные расходы рабочей жидкости Q_1 и Q_2 . Условные обозначения делителя и сумматора потока приведены на рис. 2.13, б и в.

2.9.2. Схема подключения дросселирующего делителя потока

Схема включения дросселирующего делителя потока в гидросистему представлена на рис. 2.14. Делитель потока 2 в гидросистеме обеспечивает синхронное движение рабочих органов при работе гидроцилиндров 5 и 6. При переключении гидрораспределителей 4 и 7 вправо цилиндры работают синхронно, однако из-за ошибки деления потока или погрешности установки конечных выключателей один из штоков цилиндров, например 6, первым подойдет к упору. При этом делитель перекроет поток рабочей жидкости, поступавшей в цилиндр 5, и шток цилиндра также остановится, давление в системе возрастет, откроется клапан 3 или 8, который часть жидкости пропустит в бак, давая возможность штоку цилиндра 5 дойти до упора.

Клапан давления 1 является переливным и предохранительным, а клапан 9 обеспечивает подпорное давление и предотвращает слив жидкости из цилиндров и опускание рабочих органов под воздействием силы тяжести. Конечные выключатели КВ дают сигнал на реверсирование движений штоков цилиндров и рабочих органов при одновременном их срабатывании.

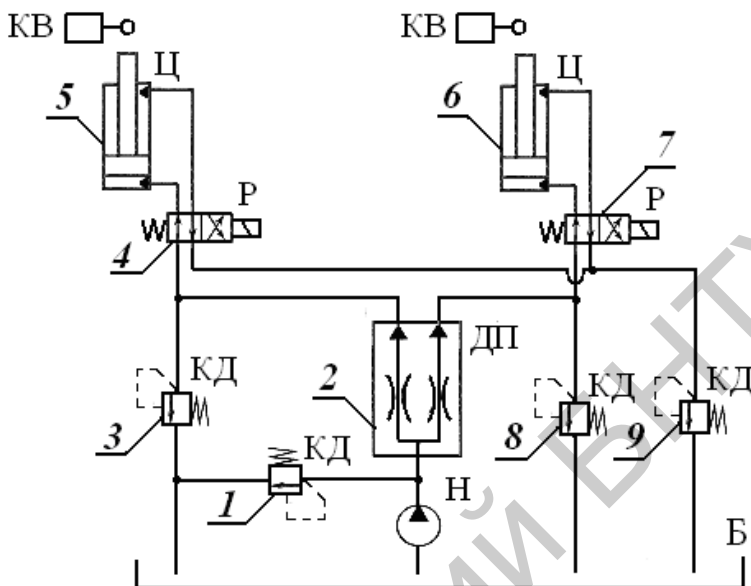


Рис. 2.14. Схема включения делителя потока в гидросистему для обеспечения синхронной работы гидроцилиндров и движения рабочих органов

2.10. Содержание отчета

1. Описание назначения и особенностей принципа работы регулируемых дросселей с различными видами конструкций запорно-регулирующих элементов, щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и регуляторов с обратным клапаном, трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока.

2. Условные графические обозначения регулируемых щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и с обратным клапаном, трехлинейных регуляторов расхода и дросселирующих делителей потока при различных их исполнениях и описание выполняемых ими функций.

3. Примеры гидравлических схем приводов с подключением регулируемых щелевых дросселей входе, выходе и параллельно гидроцилиндру при выполнении ими своих функций и описание особенностей их применения.

4. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения путевых дросселей при выполнении ими функций обеспечения торможения исполнительных органов, получения малых скоростей и быстрого возвращения исполнительных органов в исходное положение и описание их применения.

5. Примеры гидравлических схем с различными способами подключения обычных двухлинейных регуляторов расхода и регуляторов расхода с обратным клапаном при обеспечении ими постоянного расхода независимо от изменения нагрузки и независимого регулирования скорости прямого и обратного хода и описание особенностей их применения и установки.

6. Примеры гидравлических схем подключения трехлинейных регуляторов расхода для обеспечения постоянного расхода независимо от нагрузки в исполнении их с предохранительным клапаном непрямого и прямого действия и описание особенностей их применения.

7. Примеры гидравлических схем подключения дросселирующих делителей потока в гидравлических схемах для обеспечения синхронной работы гидроцилиндров и движения рабочих органов и описание особенностей их применения.

2.11. Контрольные вопросы

1. Виды, назначение и условные графические обозначения регулируемых щелевых и путевых дросселей, обычных двухлинейных регуляторов расхода и регуляторов расхода с обратным клапаном, трехлинейных регуляторов расхода рабочей жидкости и дросселирующих делителей потока.

2. Принцип работы и виды подключения в гидросхемы регулируемых щелевых дросселей и их достоинства и недостатки.

3. Что конструктивно представляют собой путевые дроссели и в каких случаях они выполняют функции обеспечения торможения, получения малых скоростей и возвращения исполнительных органов в исходное положение?

4. Принцип работы и особенности подключения в гидросхемы регулируемых путевых дросселей при выполнении функций торможения и получения малых скоростей, а также возвращения с высокой скоростью исполнительных органов привода в исходное положение.

5. Что конструктивно представляют собой двухлинейные регуляторы расхода рабочей жидкости и каковы особенности принципа их работы?

6. Варианты схем и особенности установки двухлинейных регуляторов расхода в гидравлических приводах при обеспечении ими постоянного расхода рабочей жидкости независимо от изменения нагрузки и независимого регулирования скорости прямого и обратного хода.

7. Принцип работы и особенности установки двухлинейных регуляторов расхода обратным клапаном в гидроприводах при обеспечении ими независимого регулирования скорости прямого и обратного хода.

8. Что конструктивно представляют собой трехлинейные регуляторы расхода для обеспечения постоянного расхода рабочей жидкости независимо от нагрузки и, в частности, предохранения системы от перегрузки?

9. Принцип работы и особенности установки трехлинейных регуляторов расхода в гидросхемах приводов при обеспечении постоянного расхода рабочей жидкости независимо от нагрузки и предохранения системы от перегрузки.

10. Принцип работы и особенности установки дросселирующих делителей потока в гидравлических схемах для обеспечения синхронной работы гидроцилиндров и движения исполнительных органов привода.

3. АППАРАТУРА ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И НАПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОВ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

3.1. Цель лабораторной работы

В процессе выполнения лабораторной работы по изучению гидравлической аппаратуры для распределения и направления потоков жидкости ставится цель:

а) изучить по сборочным чертежам и реальным объектам конструкции и принцип работы гидроаппаратуры для распределения и направления потоков жидкости, т. е. направляющих золотниковых гидрораспределителей;

б) научиться выбирать соответствующие виды направляющих золотниковых гидрораспределителей потоков рабочей жидкости с соответствующим видом управления, исходя из функциональных возможностей и особенностей работы;

в) знать назначение и типовые варианты схем подключения направляющих золотниковых гидрораспределителей потоков рабочей жидкости с соответствующим числом позиций и внешних линий связи, чтобы получить навыки их применения при проектировании гидросистем приводов;

г) уметь составлять и оптимизировать гидравлические схемы гидроприводов с применением графических условных обозначений направляющих золотниковых гидрораспределителей потоков рабочей жидкости.

В данной лабораторной работе предлагается по реальным образцам и плакатам изучить конструкции и принцип работы направляющих золотниковых гидрораспределителей с определенным видом управления и вычертить схемы их условных обозначений при различных вариантах исполнения. Кроме того, необходимо составить гидравлические схемы с применением указанных направляющих золотниковых гидрораспределителей и описать их назначение и функции, выполняемые в гидравлическом приводе.

3.2. Порядок выполнения лабораторной работы

1. Изучить и описать назначение и функциональные возможности направляющих гидроаппаратов и распределителей, а также типы, схемы исполнения и классификацию золотниковых гидрораспределителей.

2. Последовательно по реальным образцам и сборочным чертежам изучить конструкции гидрозамков и гидрораспределителей с электромагнитным, гидравлическим и электрогидравлическим управлением и описать их особенности.

3. Описать принцип и особенности работы гидрозамков и золотниковых гидрораспределителей с электромагнитным, гидравлическим и электрогидравлическим управлением потоков рабочей жидкости и с различным числом позиций и внешних линий связи и вычертить их условные графические обозначения.

4. Изучить и описать особенности возможных вариантов подключения в гидравлических схемах приводов гидрозамков и направляющих золотниковых гидрораспределителей с различным числом позиций и внешних линий связи.

5. Согласно заданию составить и описать гидравлические схемы приводов с применением вышеуказанных гидрозамков и направляющих, гидрозамков и золотниковых гидрораспределителей с различным числом позиций и внешних линий связи.

3.3. Основные виды направляющих гидроаппаратов

Направляющие гидроаппараты предназначены для изменения направления потоков рабочей жидкости в гидравлических системах металлорежущих станков, машин и механизмов путем полного открытия или полного закрытия проходного сечения. К этой группе аппаратов относятся направляющие распределители, обратные клапаны, гидрозамки, а также некоторые гидроклапаны давления, которые могут работать в режиме направляющих гидроаппаратов.

3.4. Назначение и типы направляющих гидрораспределителей

Гидравлическими направляющими распределителями называются направляющие гидроаппараты, предназначенные для изменения направления, пуска и остановки потока рабочей жидкости в двух или более гидролиниях в зависимости от наличия внешнего управляющего воздействия. Они обеспечивают реверсирование движения рабочих органов станка, промышленного робота, манипулятора, автооператора и других устройств, имеющих гидравлический привод, а также останавливать рабочие органы в требуемом месте и нужном положении и выполнять другие операции в зависимости от типа самого распределителя.

Направляющие распределители обычно относятся к аппаратам дискретного действия, а это означает, что их запорный элемент может занимать одну из двух, трех и более фиксированных позиций. В каждой из них он осуществляет определенное распределение потоков рабочей жидкости, которое отличается от других. Распределители классифицируются *по количеству позиций*, при этом стандартные могут быть *двух- и трехпозиционными*, а нестандартные – *четырёх- и более позиционными*.

Основными конструктивными элементами направляющего гидравлического распределителя являются корпус, запорный элемент в виде затвора или золотника и устройство управления. В зависимости от конструкции затворной группы гидрораспределители подразделяются:

а) на *клапанные* с запорным элементом, выполненным в виде клапанов седельного типа со сферическими, коническими или плоскими затворами (рис. 3.1, а);

б) *крановые* с запорным элементом в виде цилиндрического, конического или плоского крана, совершающего поворотное движение (рис. 3.1, б);

в) *золотниковые* с запорным элементом, выполненным в виде золотника, совершающим линейное возвратно-поступательное движение вдоль своей оси и перекрывающим каналы в корпусе распределителя своей образующей цилиндрической поверхностью (рис. 3.1, в).

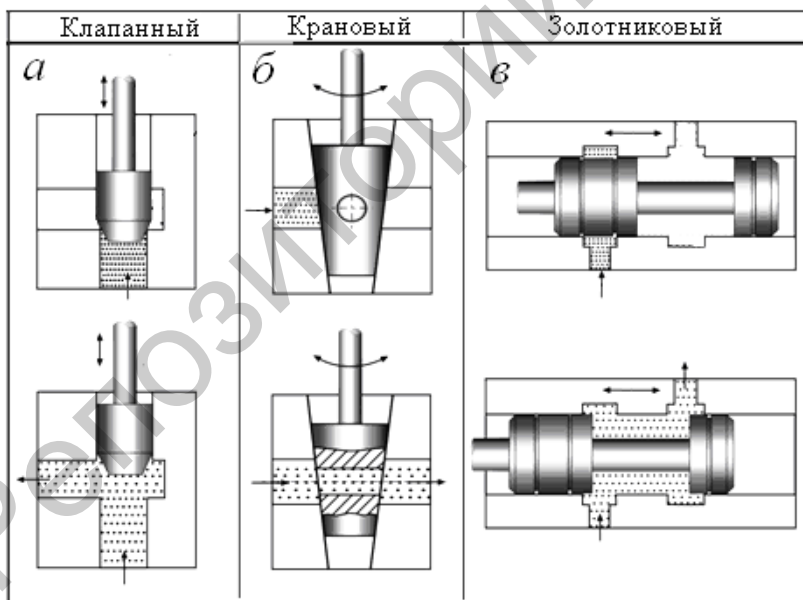


Рис. 3.1. Примеры гидрораспределителей с различными типами запорно-регулирующих элементов

В клапанных распределителях осуществляется распределение потоков жидкости за счет последовательного открывания и закрывания рабочих щелей с помощью клапанов, а в крановых – за счет поворота запорного элемента.

Запорные элементы в виде золотника, крана или клапана в направляющих распределителях всегда занимают позиции по принципу «открыто-закрыто». Поэтому направляющие распределители практически не регулируют на значение давления или расхода рабочей жидкости, проходящей через его рабочие щели, кроме внесения потерь давления, значения которых обычно приводятся в технических характеристиках гидрораспределителей.

Одним из основных параметров гидрораспределителей является диаметр условного прохода d_v , выбираемый по допустимой скорости течения рабочей жидкости, которая при максимальной щели не должна превышать 6–8 м/с.

3.5. Схемы исполнения золотниковых гидрораспределителей

Золотниковые гидрораспределители могут иметь запорно-регулирующие элементы в виде плоского или цилиндрического золотника (рис. 3.2). Наиболее широко в машиностроительном гидроприводе используются направляющие золотниковые распределители с цилиндрическими затворами, как более простые конструктивно. Положительной особенностью цилиндрических затворов является также то, что они легко поддаются полному уравниванию от радиальных и осевых сил. При уравнившемся затворе для управления распределителем, не требуется больших сил, т. е. для их переключения достаточно малых усилий. Последнее обстоятельство имеет существенное значение при использовании их в автоматизированных системах.

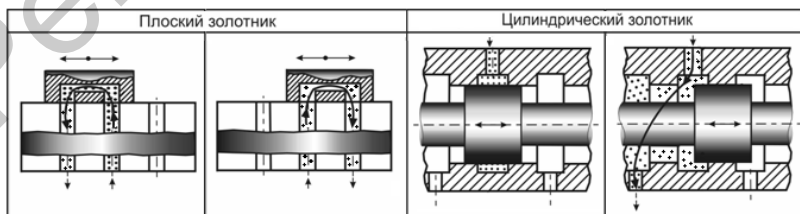


Рис. 3.2. Примеры гидрораспределителей с плоским и цилиндрическим золотником

Недостатками золотниковых цилиндрических распределителей являются те, что в процессе их эксплуатации при износе золотников происходит увеличение утечек, уменьшение объемного КПД, а также сложность изготовления высокоточных каналов под золотники при их малых диаметрах. Кроме того, указанные распределители чувствительны к наличию в рабочей жидкости твердых загрязнителей и к температурному состоянию своих элементов. Внезапные отказы могут наступать в случаях скопления загрязнителей в зазорах плунжерных пар или за счет температурного или иного нарушения величины зазора.

Основным рабочим элементом этих направляющих гидрораспределителей является золотник 1 с выточками или отверстиями, который установлен в цилиндрическое отверстие корпуса 2 с пятью кольцевыми расточками 3, сообщаемыми через отверстия в корпусе распределителя P , A , B и T с соответствующими линиями гидросистемы (рис. 3.3, a).

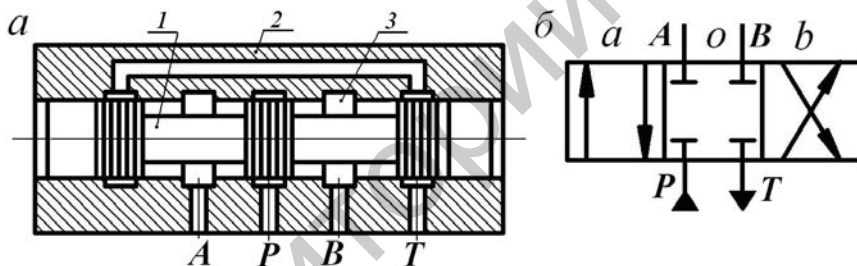


Рис. 3.3. Конструктивная схема (a) и графическое условное обозначение (b) гидрораспределителя с цилиндрическим золотником

Применяя различное количество выточек и поясков на золотнике 1 с разной их шириной и различное количество в корпусе 2 кольцевых расточек 3 и отверстий для соединения с гидролиниями (см. рис. 3.3, a), можно получить разнообразные схемы соединения расточек в корпусе. При этом получаются различные варианты потоков жидкости при соединении линии напора P , каналов подвода A и B к полостям гидродвигателя и линии отвода на слив T (рис. 3.3, b). Ниже представлены некоторые схемы исполнения цилиндрических золотниковых гидрораспределителей с различным конструктивным оформлением запорной части и их условные графические обозначения (рис. 3.4).

№ схемы	Условное обозначение	Конструктивное оформление запорной части	Особенности нейтрального положения
14			Открыты центр P и слив T, которые соединены с полостями A и B
15			Открыты центр P и слив T, которые соединены с полостями A и B
24			Открыт центр P, который соединен с полостями A и B, а слив T закрыт
34			Закрыт центр P и открыт слив T, который соединен с полостями A и B
44			Закрыты центр P и слив T, которые перекрыты от соединения с полостями A и B
54			Открыты центр P и слив T, которые соединены с полостью A, а полость B перекрыта
64			Открыты и соединены центр P и слив T, которые перекрыты от соединения с полостями A и B
573			Открыт центр P, который соединен с полостью B, а полость A перекрыта

Рис. 3.4. Гидравлические золотниковые распределители
с различными схемами исполнения

В общем случае присоединительные отверстия направляющих гидроаппаратов обозначаются следующим образом:

P – входное отверстие подвода основного потока, т. е. напорная линия;

A и *B* – отверстия присоединения аппарата к гидравлическим устройствам;

T – выходное отверстие отвода основного потока в бак, т. е. сливная линия;

X и *Y* – входные отверстия управления, т. е. подвода управляющих потоков;

L – дренажное отверстие отвода утечек из гидроаппарата;

M – отверстие для подключения манометра к гидроаппарату.

3.6. Условные графические обозначения гидрораспределителей

Условные графические обозначения распределителей выполняются по ГОСТ 2.781–96 и в условном обозначении указываются следующие элементы:

а) *позиции запорного золотника*;

б) *внешние линии связи, подводимые к распределителю*;

в) *каналы и элементы управления*.

Распределители изображаются в виде прямоугольника, состоящего из набора квадратов, число которых равно числу рабочих позиций, и каждый из квадратов изображает одну из них. Внутри квадрата указывается соединение линий, подключенных к распределителю, и эти соединения, т. е. каналы, изображаются *линиями со стрелками*, показывающими направления *потоков рабочей жидкости* в каждой позиции (см. рис. 3.4). Стрелка всегда направлена от *напорной линии P* и к *сливной линии T*. Распределители в принципиальных гидросхемах изображаются в *исходной позиции*, и все *гидролинии*, подключенные к распределителю, указываются только в *исходной* или *нейтральной позиции* (см. рис. 3.4). Места соединений проходов выделяются точками, закрытый проход изображается тупиковой линией с поперечной черточкой.

Кроме графических условных обозначений распределителей также установлены их сокращенные цифровые обозначения в виде дроби, где в числителе указывается число внешних линий связи распределителя, а в знаменателе – число фиксированных рабочих

позиций (рис. 3.5). Например, двухлинейный двухпозиционный распределитель обозначается дробью $2/2$, четырехлинейный трехпозиционный распределитель – дробью $4/3$.

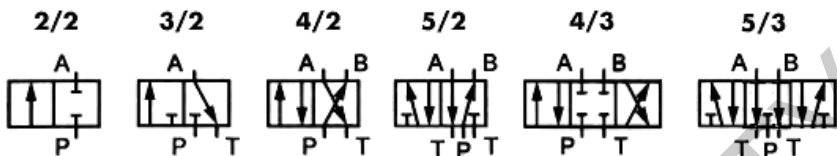


Рис. 3.5. Примеры обозначения типов распределителей

Виды управления распределителями указывают соответствующими знаками, примыкающими к торцам распределителя, а вспомогательные распределители, управляющие основными в двухступенчатых распределителях, выполняют меньших размеров.

Для представления принципа работы распределителя в рабочей позиции по его условному графическому обозначению необходимо в условном обозначении на схеме мысленно передвинуть соответствующий квадрат обозначения позиции на место квадрата исходной позиции, оставляя внешние линии связи в прежнем положении. Тогда истинные направления потоков рабочей жидкости укажут стрелки проходов в рабочей позиции. Для удобства чтения гидросхем рекомендуется так строить обозначение распределителя, чтобы мысленное перемещение квадратов совпало по направлению с физическим движением золотника распределителя. Условные графические обозначения едины для золотниковых, крановых и клапанных распределителей, т. е. они не отражают конструкцию запорных элементов.

3.7. Классификация золотниковых гидрораспределителей

3.7.1. Классификация распределителей по числу гидролиний и ходов

По числу основных подсоединяемых внешних гидролиний и ходов различаются двух-, трех-, четырех- и пятилинейные или пятиходовые исполнения гидрораспределителей. В двухлинейном распреде-

лителе (рис. 3.6, а) имеются два отверстия – входное P и выходное A , а распределитель работает как кран, т. е. «открыто-закрыто». В *трехлинейном распределителе* имеются три входных отверстия, и посредством этого распределителя гидродвигатель может соединяться с напорной или сливной гидролинией (рис. 3.6, б и в). Трехлинейный распределитель с электромагнитным управлением применяется для последовательной подачи и слива рабочей жидкости соответственно при прямом и обратном ходе исполнительного органа (рис. 3.8, а).

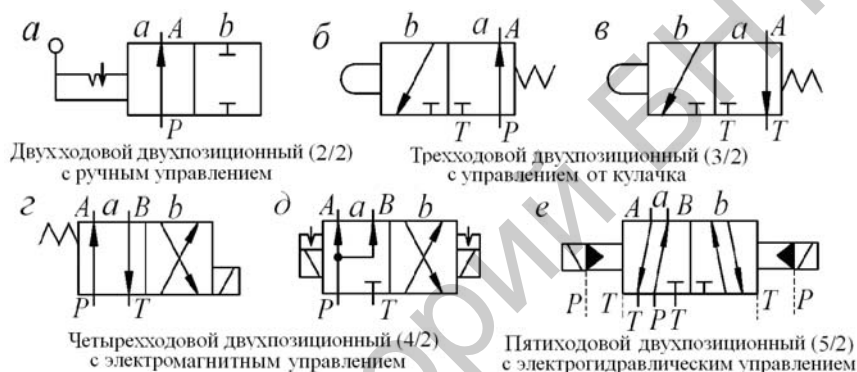


Рис. 3.6. Условные обозначения двухпозиционных гидравлических распределителей

К *четырехлинейному распределителю* подводятся четыре гидролинии (рис. 3.6, г, д и 3.7, а, б, д), и такие гидрораспределители в основном предназначены для управления реверсом гидродвигателей. При смещении запорного элемента влево жидкость подается в правую полость гидроцилиндра, а из левой полости при работе гидроцилиндра жидкость вытесняется через распределитель на слив, и наоборот. *Четырехлинейные распределители* могут также обеспечивать подключение гидроцилиндра по дифференциальной схеме, когда рабочая жидкость подается одновременно в обе рабочие полости цилиндра с одинаковым давлением (рис. 3.6, д и 3.7, б).

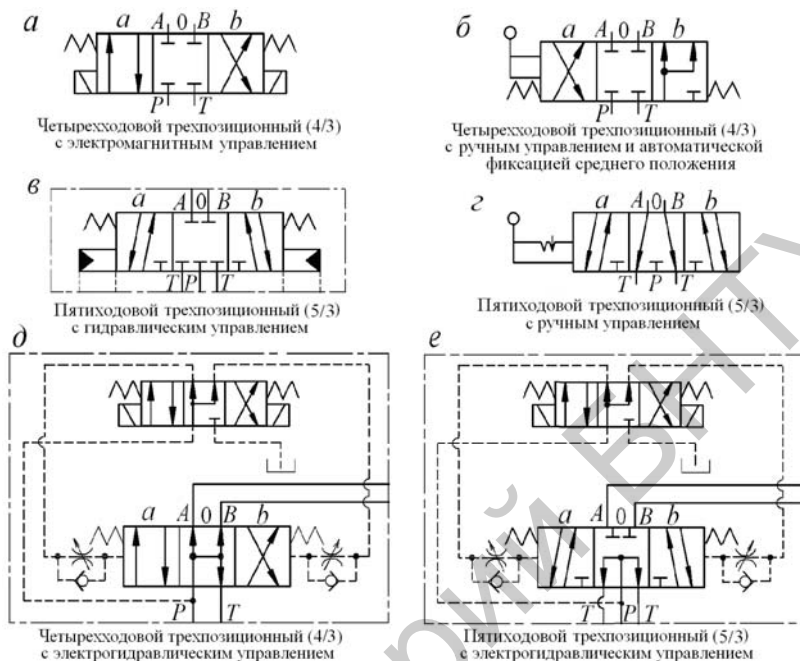


Рис. 3.7. Условные обозначения трехпозиционных гидравлических распределителей

Пятилинейное исполнение распределителей обеспечивает слив жидкости из рабочих полостей гидроцилиндров по двум отдельным каналам при прямом и обратном ходах (рис. 3.6, *е* и 3.7, *в*, *з*, *е*), что позволяет применять их при независимом регулировании скоростей прямого и обратного ходов. Если две крайние сливные расточки соединены между собой, то такой распределитель не пятиходовой, так как два отдельных слива объединяются в один.

3.7.2. Классификация гидрораспределителей по числу позиций

По числу позиций, т. е. фиксированных рабочих положений запорного элемента с различными схемами соединения каналов, различают *двух- и трехпозиционные гидрораспределители* стандартного исполнения, но могут быть нестандартные *четырёх-, пяти- и более позиционные* распределители.

Двухпозиционные распределители позволяют изменять направление движения исполнительных рабочих органов за счет поочередного соединения рабочих линий A и B с напорной гидролинией P или сливной линией T . Четырехходовой двухпозиционный распределитель с электрогидравлическим управлением применяется, например, для реверсирования движения рабочего органа (рис. 3.8, б). Однако при использовании двухпозиционного распределителя рабочий орган перемещается до конца хода при включении каждой позиции распределителя (см. рис. 3.8, б).

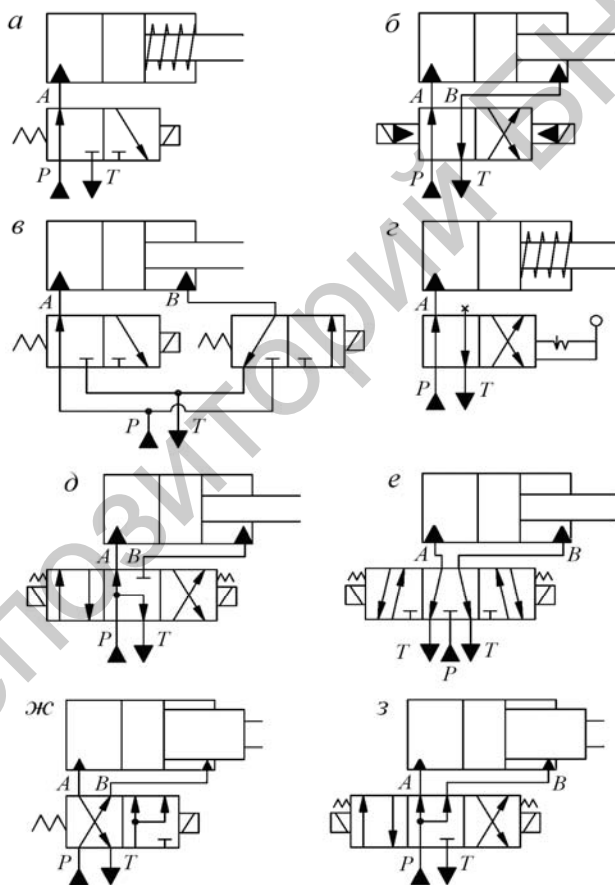


Рис. 3.8. Схемы применения гидрораспределителей

Если требуется останавливать рабочий орган в промежуточных положениях за счет переключения распределителя, то можно применять *два двухпозиционных распределителя* (рис. 3.8, в) отдельно для управления каналами *A* и *B*. Если какой-либо канал распределителя не используется, то он перекрывается заглушкой, а на схеме это показывается крестиком, и, например, четырехходовой двухпозиционный распределитель (рис. 3.8, г) будет выполнять функции трехходового. Чаще используются *трехпозиционные распределители*, отличающиеся от *двухпозиционных* тем, что золотник может устанавливаться между двумя крайними положениями в среднем положении, которое принимают за исходное. В исходном положении могут быть различные варианты соединения внешних линий связи, подводимых к распределителю.

Трехпозиционные четырехходовой (рис. 3.8, д) и *пятиходовой* (рис. 3.8, е) распределители с электромагнитным управлением при рабочих позициях одновременно обеспечивают подачу и слив рабочей жидкости соответственно при прямом и обратном ходе исполнительного органа. Однако *пятиходовой золотник* имеет два независимых канала слива (см. рис. 3.8, е), что позволяет устанавливать разные скорости прямого и обратного ходов гидроаппаратурой регулирования расхода, установленной в независимых линиях слива. Исходные позиции в указанных распределителях имеют разные варианты разгрузки полостей гидроцилиндра.

Кроме того, *двухпозиционные* и *трехпозиционные четырехходовые* распределители с электромагнитным управлением применяются, например, для подключения гидроцилиндра по дифференциальной схеме. При этом рабочая жидкость одновременно подается в обе рабочие полости цилиндра с одинаковым давлением (рис. 3.8, ж и з), но перемещение поршня осуществляется под действием большей силы давления со стороны полости с большей рабочей площадью.

3.7.3. Классификация гидрораспределителей по виду присоединения

По *виду присоединения* различают резьбовое (трубное), стыковое и модульное исполнения гидрораспределителей. В распределителях резьбового исполнения отверстия для подключения внешних линий выполнены непосредственно в корпусе аппарата и имеют коническую резьбу. В распределителях стыкового исполнения все присоединительные отверстия выводятся на стыковую плоскость и имеют

канавки под уплотнительные резиновые кольца, а соединение с гидросистемой осуществляется через специальные панели или промежуточные плиты. В распределителях модульного исполнения имеются сквозные отверстия для подключения внешних линий, которые проходят в корпусе аппарата, и аппараты устанавливаются один на другой через специальные уплотнения.

3.7.4. Классификация гидрораспределителей по виду управления

По *виду управления* перемещением запорного элемента различают распределители с *ручным управлением* от рукоятки или поворотной кнопки и с *механическим управлением* от кулачка или тяги. Кроме того, распределители могут быть с *электрическим управлением* от толкающего электромагнита постоянного или переменного тока, с *гидравлическим*, *пневматическим* и с *комбинированным* например *электрогидравлическим*, *пневмогидравлическим* и т. д., управлением.

3.7.5. Классификация гидрораспределителей по способу установки золотника в определенную позицию

По *способу установки золотника в определенную позицию* различают исполнения распределителей с *фиксацией золотника во всех позициях* и с *пружинным возвратом золотника* трехпозиционных распределителей в *среднюю позицию*. Двухпозиционные гидрораспределители имеют *возврат золотника в исходную позицию*, а с управлением от кулачка – в *крайнюю позицию* после снятия управляющего воздействия. По *числу запорных элементов* распределители бывают *одноступенчатые*, *двухступенчатые* и т. д.

3.8. Гидрораспределители направляющие золотниковые

В гидроприводах станков наиболее широко используются направляющие золотниковые гидрораспределители типов ПГ, В и Р, при этом по своей конструкции они принципиально не отличаются друг от друга.

3.8.1. Устройство и принцип работы гидрораспределителя с электромагнитным управлением

Гидрораспределители типа ВЕб с *электромагнитным управлением* (рис. 3.9, а) имеют базовую деталь в виде чугунного корпуса 1, в

котором расположены основные каналы для соединения внешних линий связи: подвода рабочей жидкости P , отвода к рабочим полостям гидродвигателя A и B и слива в бак T . Распределитель имеет *четырёхходовое* исполнение, сливные полости внутри объединены между собой и корпус выполнен пятикамерным. В центральной отверствии корпуса 1 расположен золотник 2 , перемещаемый толкателями 3 с помощью электромагнитов 7 и 8 . В зависимости от исполнения гидрораспределителя органы управления крепятся с одного или двух торцов корпуса. Электромагниты гидрораспределителей 7 и 8 постоянного тока с напряжением 24 В могут иметь кнопку 4 , которая позволяет перемещать золотник при отключении электромагнита и используется для ручного переключения.

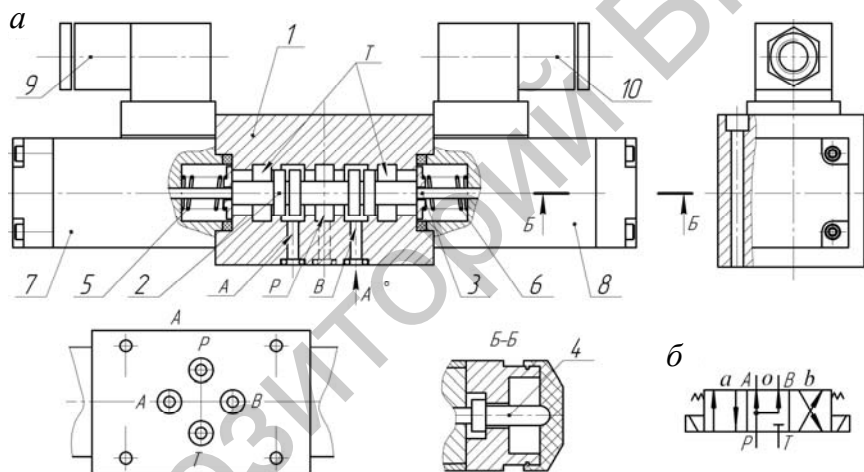


Рис. 3.9. Гидрораспределитель ВЕ 6 с электромагнитным управлением (а) и графическое условное обозначение (б)

Распределители могут быть *двух- и трехпозиционными*, при этом *трехпозиционные* распределители имеют три рабочие позиции (рис. 3.9, б). При снятии управляющего усилия золотник за счет центрирующих пружин 5 и 6 устанавливается в исходную среднюю позицию θ , при которой обе рабочие полости цилиндра будут находиться под напорным давлением. Двухпозиционные распределители, имеющие две рабочие позиции, могут быть с одним или с двумя электромагнитами. В первом случае в исходную крайнюю позицию

золотник устанавливается пружиной возврата, во втором случае, при исполнении без пружинного возврата с фиксацией золотника в крайних положениях, — действием одного из электромагнитов. Возможность фиксации позволяет отключать электромагнит после срабатывания распределителя и не держать его под током.

Команда на переключение распределителя осуществляется подачей электрического сигнала, который через штепсельные разъемы 9 и 10 подводится на обмотку катушки электромагнита. Под действием магнитного поля якорь (сердечник) 3 перемещает золотник 2 вправо. Электромагниты 7 и 8 в основном выполняются толкающего типа, но также применяются тянущие, и в этом случае необходимо обеспечить соединение сердечника с золотником. Переключение золотника в обратном направлении может производиться таким же электромагнитом, установленным с противоположной стороны, или пружиной.

3.8.2. Устройство и принцип работы гидрораспределителя с гидравлическим управлением

Гидрораспределитель типа ПГ 72-3 с гидравлическим управлением стыкового присоединения (рис. 3.10) может быть четырехходовым (рис. 3.11, а) или пятиходовым (рис. 3.11, б) и состоит из корпуса 1, золотника 6, крышек 2 и 3, пружин 4 и 5, пробок 7 или 8. В крышках 2 и 3 расположены дроссели 9, обратные клапаны 10 и каналы управления 11 и 12.

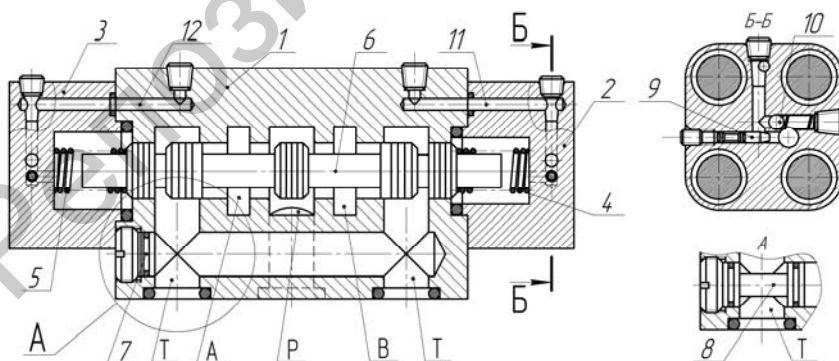


Рис. 3.10. Гидрораспределитель типа ПГ 72-3 с гидравлическим управлением

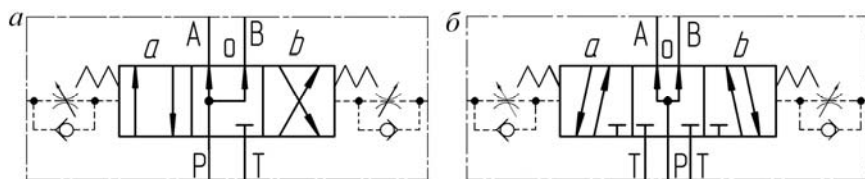


Рис. 3.11. Графические условные обозначения гидрораспределителя типа ПГ 72-3 с гидравлическим управлением четырех- (а) и пятиходового (б) исполнения

При равных давлениях в торцовых полостях золотника 6 последний пружинами 4 и 5 устанавливается в среднее положение. Если по каналу управления 11 или 12 поступает давление управления и давления на торцах не равны, золотник 6 смещается в соответствующее положение. В этом случае масло из линии управления 11 или 12 поступает в торцовую полость через шариковый клапан 10, а из противоположной полости вытесняется в сливную линию управления через дроссель 9, регулирующий скорость перемещения золотника. Наличие дросселей 9 и шариковых обратных клапанов 10 в обеих крышках, т. е. в дроссельных колодках 2 и 3, дает возможность отдельно регулировать время переключения в каждом направлении. В двухпозиционных распределителях пружины 4 и 5 отсутствуют. В ряде случаев находят применение распределители с резьбовым присоединением, в которых коническая резьба для подключения трубопроводов выполнена непосредственно в корпусе.

3.8.3. Устройство и принцип работы гидравлического распределителя с электрогидравлическим управлением

Гидрораспределитель типа ПГ 73-2 с электрогидравлическим управлением представляет собой комбинацию управляющего распределителя с электромагнитным управлением в виде пилота и управляемого им основного распределителя с гидравлическим управлением, который по принципу работы аналогичен распределителю ПГ 72-3.

Трехпозиционный распределитель с электрогидравлическим управлением (рис. 3.12) состоит из корпуса 2, основного золотника 3, крышек 4 и 5, пружин 6 и 7, шариковых клапанов 12, дросселей 13 и пилота-распределителя с электрическим управлением 1.

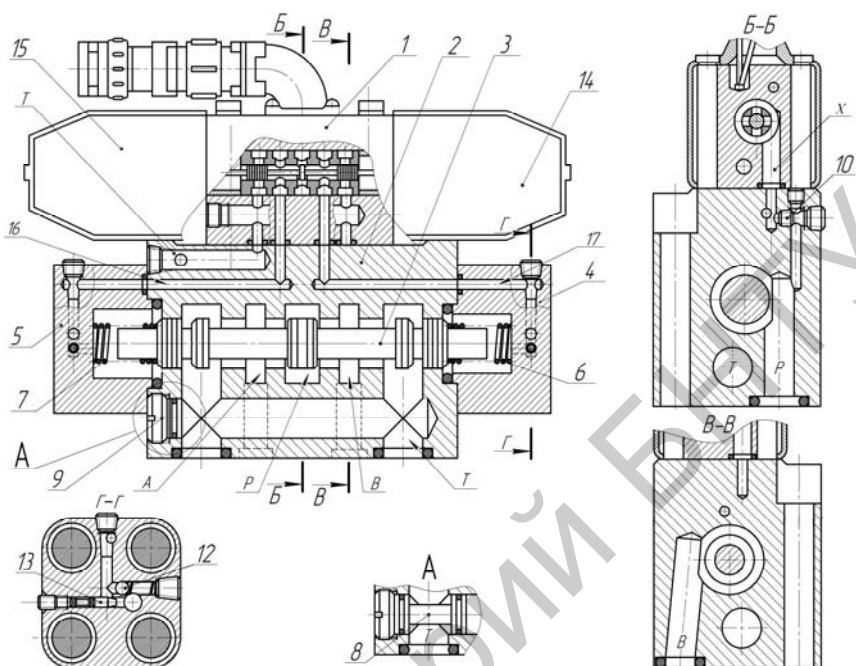


Рис. 3.12. Трехпозиционный гидрораспределитель с цилиндрическим золотником типа ПГ 73-2 с электрогидравлическим управлением

Четырехходовое исполнение распределителей (рис. 3.13, а) отличается от пятиходового (рис. 3.13, б) конструкцией пробок 8 и 9 (см. рис. 3.12), при помощи которых возможно соединение сливных каналов Т для четырехходовых или разъединение для пятиходовых распределителей.

Подвод давления к торцам основного золотника осуществляется по каналам 16 и 17 от управляющего распределителя 1. В качестве управляющего распределителя применяются гидрораспределители типа ПГ 73-1, а для распределителей с электрогидравлическим управлением типа Р и В – пилоты типа Р102 и ВЕ (ПЕ) с электрическим управлением от переменного или постоянного тока.

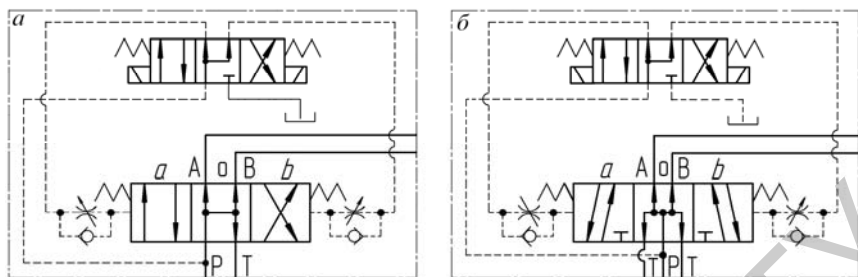


Рис. 3.13. Графические условные обозначения гидрораспределителя типа ПГ 73-2 с электрогидравлическим управлением четырех- (а) и пятиходового (б) исполнения

Гидрораспределитель работает следующим образом. При выключенных электромагнитах 14 и 15 золотник пилота находится в среднем положении и масло по каналам управления 16 и 17 поступает в обе торцовые полости основного золотника 3, который пружинами 6 и 7 установлен в среднее положение. При включении одного из электромагнитов, например правого, одна из торцовых полостей (левая) золотника 3 соединяется со сливной линией управления Т, а другая (правая) остается соединенной с напорной линией управления Х (при отсутствии пробки 10 напорная линия управления Х соединяется непосредственно с основной напорной линией Р). В результате этого золотник перемещается в крайнюю левую позицию, сжимая пружину 7 и вытесняя масло из левой полости через дроссель 13 в сливную магистраль.

При переключении золотника 3 в противоположную позицию масло из напорной линии по линии управления поступает под торец основного золотника через шариковый обратный клапан 12. Регулированием дросселя 13 можно устанавливать скорость перемещения золотника, т. е. время срабатывания отдельно в каждом направлении. При вращении его по часовой стрелке время срабатывания основного золотника увеличивается, а при вращении против часовой стрелки – уменьшается.

Двухпозиционный распределитель с электрогидравлическим управлением (рис. 3.14, а) отличается от трехпозиционного формой основного золотника и отсутствием центрирующих пружин.

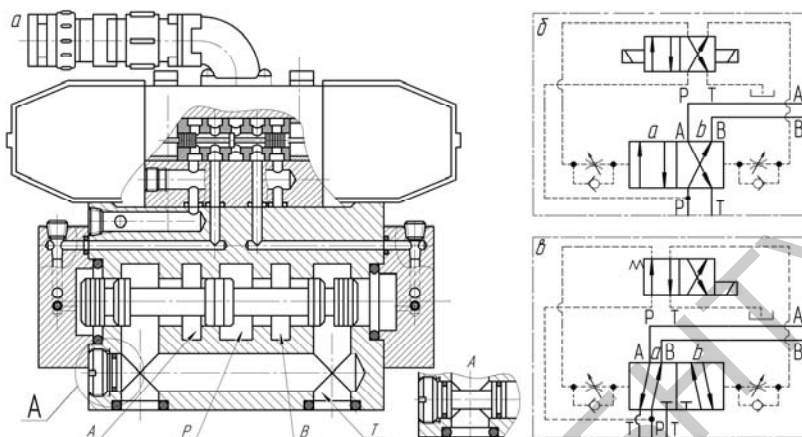


Рис. 3.14. Двухступенчатый двухпозиционный распределитель с электрогидравлическим управлением (а) и графическое обозначение четырех- (б) и пятиходового (в) исполнения

Пилотная ступень двухпозиционных распределителей выполняется как с двумя (рис. 3.14, б), так и с одним (рис. 3.14, в) электромагнитом. Пилоты с двумя электромагнитами допускают отключение электромагнитов после переключения основного золотника, так как в соответствующей позиции золотник пилота удерживается фиксатором. Основная ступень распределителя может иметь четырех- (см. рис. 3.14, б) и пятиходовое (см. рис. 3.14, в) исполнение.

3.9. Применение гидравлических распределителей в гидроприводах

Гидравлические приводы могут обеспечивать различные скорости перемещения рабочего органа. Цикл работы привода может включать быстрые подводы, рабочие подачи, выстой на упоре, быстрый отвод в исходное положение и др. Скорости движения указанных элементов цикла работы могут отличаться, и их регулирование чаще независимое. Кроме того, должны обеспечиваться постоянство установленной скорости рабочей подачи при изменении нагрузки, остановка рабочего органа в любом положении, исключение самопроизвольного движения при остановке и т. д. Такие циклы работы могут обеспечивать гидравлическая направляющая и распределительная аппаратура (рис. 3.15).

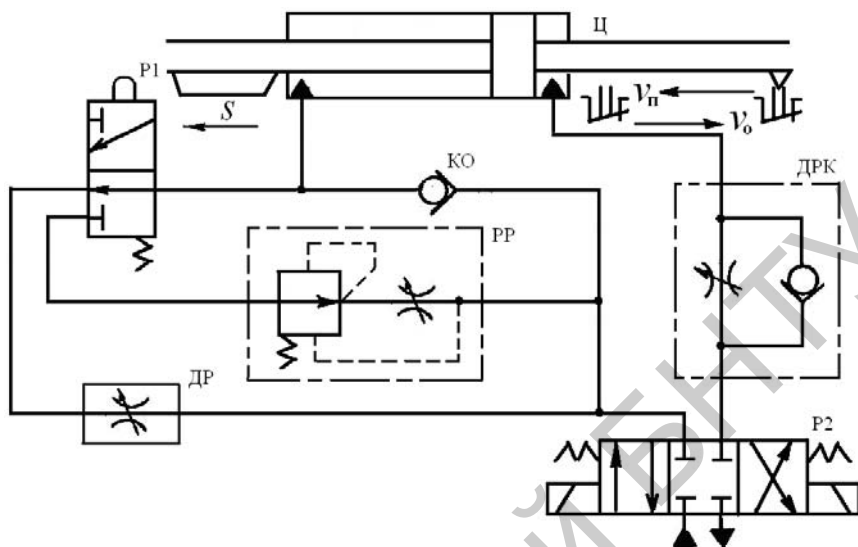


Рис. 3.15. Гидравлическая схема привода с применением трехходового двухпозиционного P1 и четырехходового трехпозиционного P2 распределителей для включения быстрого подвода v_n , рабочей подачи s и быстрого отвода v_o исполнительного органа

Так, например, четырехходовой трехпозиционный золотник P2 с электромагнитным управлением обеспечивает возвратно-поступательное движение рабочего органа и его остановку в любом положении (см. рис. 3.15). Трехходовой двухпозиционный гидрораспределитель P2 с управлением от кулачка обеспечивает перемещение рабочего органа с рабочей подачей s , направляя рабочую жидкость через регулятор расхода PP или с быстрой скоростью подвода v_n — через дроссель ДР. При обратном ходе со скоростью v_o распределитель P2 направляет рабочую жидкость через обратный клапан КО, а слив жидкости осуществляется через дроссель с обратным клапаном ДРК.

Например, двухходовой двухпозиционный гидрораспределитель P1 с электромагнитным управлением обеспечивает перемещение рабочего органа со скоростью быстрого подвода v_n , направляя рабочую жидкость через распределитель P2 и дроссель ДР2 на слив (рис. 3.16).

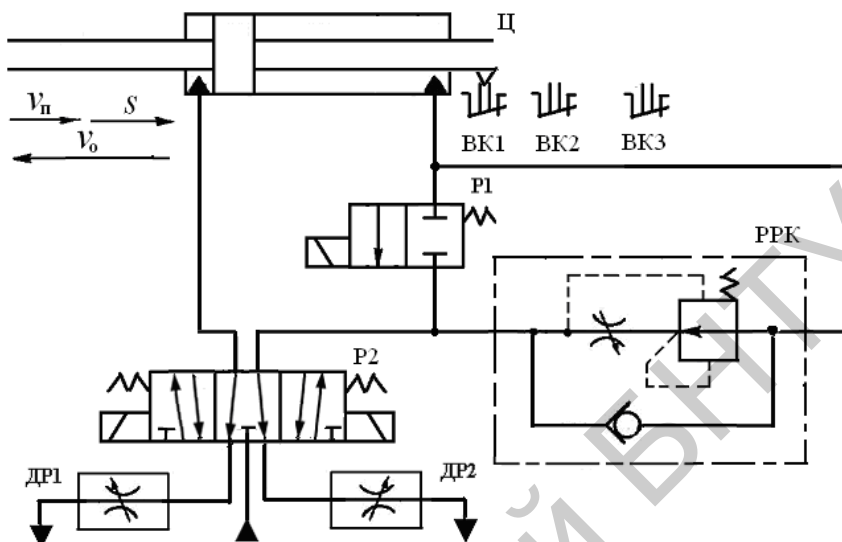


Рис. 3.16. Гидравлическая схема привода с применением двухходового двухпозиционного P1 и пятиходового трехпозиционного P2 распределителей для включения быстрого подвода v_n рабочей подачи s и быстрого отвода v_o исполнительного органа

Пятиходовой трехпозиционный золотник Р2 с электромагнитным управлением (см. рис. 3.16) обеспечивает перемещение рабочего органа с рабочей подачей s при закрытом распределителе Р1, пропуская жидкость на слив от регулятора расхода с обратным клапаном РРК. Кроме того, он обеспечивает скорость быстрого отвода u_0 , пропуская жидкость к дросселю ДР1, т. е. при обратном ходе распределитель Р2 направляет рабочую жидкость через обратный клапан регулятора расхода РРК, а слив жидкости осуществляется через дроссель ДР1.

3.10. Гидрозамки

3.10.1. Назначение и основные типы гидрозамков

Гидрозамком называется направляющий гидроаппарат, предназначенный для запираания рабочей жидкости в одном направлении и

пропускания ее в обратном направлении при отсутствии управляющего воздействия, а при наличии управляющего воздействия – для пропускания потока в обоих направлениях. Гидрозамки еще называют *управляемыми обратными клапанами*. Они широко применяются в гидроприводах как средство защиты при автоматическом запираании рабочей жидкости в полостях гидродвигателей с целью стопорения их выходных звеньев в заданных положениях.

По числу элементов гидрозамки разделяют на *односторонние* и *двусторонние* и по виду управляющего воздействия – на гидрозамки с *гидравлическим, пневматическим, электромагнитным и механическим управлением*. В следящих гидроприводах чаще всего применяют гидрозамки с коническими клапанами и гидравлическим управлением.

3.10.2. Устройство и принцип работы гидрозамка типа КУ

Конструкция одностороннего гидрозамка типа КУ показана на рис. 3.17. Гидрозамок состоит из корпуса 1 с крышками 5 и 8, поршня 2 с толкателем 3, конического клапана 4 с пружиной 6 и уплотнений. Поршень 2 жестко соединен с толкателем 6. Правая часть клапана 3 выполнена в виде направляющего цилиндра. Клапан 4 поджат к седлу корпуса пружиной 6, а поршень с толкателем находятся в левом положении. Корпус 1 имеет следующие полости: *PT* – для соединения гидрозамка с напорной или сливной линией, например, при помощи распределителя РН; *A* – для соединения с гидродвигателем, например, с гидроцилиндром Ц; торцовую *Y*, соединенную наклонным каналом с полостью *A*, и полость *X* гидравлического управления.

Схема включения одностороннего гидрозамка в гидросистему с направляющим распределителем РН и гидроцилиндром одностороннего действия Ц представлена на рис. 3.18, *а*. При этом возможны два режима работы поршня: фиксирование и подъем.

При режиме фиксирования оба электромагнита ЭМ1 и ЭМ2 распределителя РН выключены, а гидрозамок работает аналогично обратному клапану при отсутствии гидравлического воздействия на поршень 2 со стороны полости *X* (см. рис. 3.17, *а* и 3.18, *а*). Клапан 3 закрыт под действием силы давления жидкости, поступающей в полость *Y* через полость *A* (см. рис. 3.17, *а*). В результате поршневая полость гидроцилиндра Ц оказывается запертой, а его поршень застопорен в заданном положении (см. рис. 3.18, *а*).

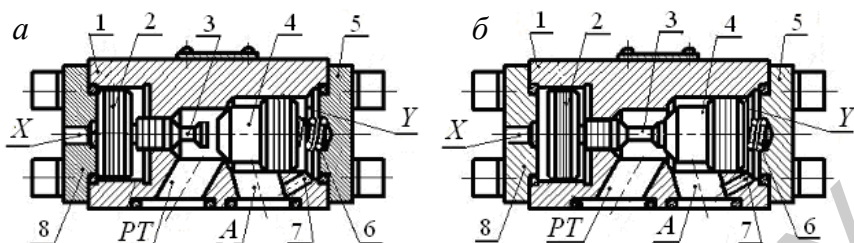


Рис. 3.17. Гидрозамок односторонний типа КУ в закрытом (а) и открытом (б) положении

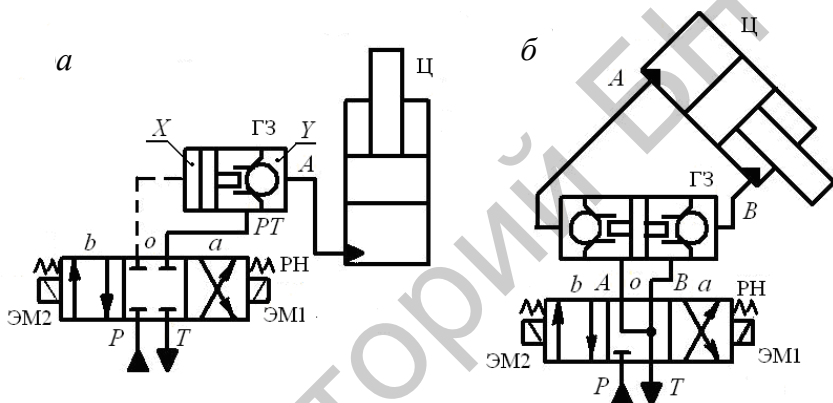


Рис. 3.18. Схемы включения одностороннего (а) и двухстороннего (б) гидрозамка типа КУ

При режиме подъема поршня включается электромагнит ЭМ1, запорно-регулирующий элемент распределителя РН занимает позицию *a*. При этом полость *PT* гидрозамка соединяется с напорной линией гидросистемы. Клапан 4, преодолевая усилие пружины *b*, под действием силы давления открывается (см. рис. 3.17, б и 3.18, а), и рабочая жидкость через рабочее окно поступает сначала в полость *A* гидрозамка, а затем – в поршневую полость цилиндра Ц, и поршень цилиндра поднимается.

При наличии управляющего воздействия *X* гидрозамок работает аналогично клапанному распределителю с гидравлическим управлением, при этом происходит опускание поршня цилиндра. Для этого

включается электромагнит ЭМ2, запорный регулирующий элемент распределителя РН занимает позицию *b* (см. рис. 3.17, *б* и 3.18, *а*).

В результате полость *X* гидрозамка соединяется с напорной линией *P* распределителя, а полость *PT* гидрозамка – со сливной полостью *T*. Поршень 2 с толкателем под действием силы давления жидкости, преодолевая усилие пружины *б* и давление жидкости в полости *Y*, перемещается вправо. При этом толкатель поршня 3 открывает клапан 4, обеспечивая пропускание рабочей жидкости в обратном направлении из поршневой полости гидроцилиндра Ц в полость *A* гидрозамка через рабочее окно клапана, полость *PT* и далее на слив. В результате этого поршень гидроцилиндра опускается под действием силы тяжести. Для прекращения управляющего воздействия электромагнит ЭМ2 отключают, и гидрозамок снова работает в режиме фиксирования.

В гидроприводах для запираания рабочей жидкости в гидроцилиндре и исключения возможности самопроизвольного перемещения исполнительных рабочих органов, расположенных наклонно или вертикально, в случае прекращения подачи рабочей жидкости применяют двусторонние гидрозамки с двумя запорно-регулирующими элементами. Схема подключения двустороннего гидрозамка приведена на рис. 3.18, *б*.

При подаче рабочей жидкости в правую полость гидрозамка плавающий поршенек перемещается влево и своим толкателем открывает клапан. Вместе с тем под давлением рабочей жидкости открывается и правый клапан гидрозамка и жидкость станет поступать в штоковую полость гидравлического цилиндра. При этом из поршневой полости цилиндра Ц жидкость будет сливаться через открытый левый клапан. С прекращением подачи жидкости в гидрозамок оба его клапана закрываются, и жидкость будет заперта в обеих полостях гидроцилиндра. При подаче жидкости в левую полость гидрозамка работа будет протекать в противоположном направлении.

Основными параметрами гидрозамков являются: условный проход, номинальное давление, давление открывания, номинальный и максимальный расход жидкости и максимальные внутренние утечки жидкости.

3.11. Содержание отчета

1. Назначение и функциональные возможности направляющих гидроаппаратов и распределителей, а также типы, схемы исполнения и классификация золотниковых гидрораспределителей.

2. Условные графические обозначения гидрозамков и направляющих золотниковых гидрораспределителей с электромагнитным, гидравлическим и электрогидравлическим управлением потоков рабочей жидкости и с различным числом позиций и внешних линий связи и описание их особенностей.

3. Примеры гидравлических схем приводов с подключением двухпозиционных двух- и трехходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей при выполнении ими функций управления и описание их применения.

4. Примеры гидравлических схем приводов с подключением двух- и трехпозиционных четырехходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей при выполнении ими функций реверсирования и описание их применения, в том числе для обеспечения работы дифференциального цилиндра.

5. Примеры гидравлических схем приводов с применением двух- и трехпозиционных пятиходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей при выполнении ими функций реверсирования и описание независимого регулирования скорости прямого и обратного хода.

6. Примеры гидравлических схем приводов с применением схемы включения одностороннего и двустороннего гидрозамка и описание исключения возможности самопроизвольного перемещения исполнительных органов, расположенных наклонно или вертикально.

3.12. Контрольные вопросы

1. Виды, назначение и функциональные возможности направляющих гидроаппаратов и гидрораспределителей. Условные графические обозначения.

2. Типы, схемы исполнения и классификация направляющих золотниковых гидрораспределителей.

3. Графические условные обозначения гидрозамков и направляющих золотниковых гидрораспределителей с их электромагнитным,

гидравлическим и электрогидравлическим управлением и с различным числом позиций и внешних линий связи и описание их особенностей.

4. Гидравлические схемы приводов с подключением двухпозиционных двух- и трехходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей при выполнении ими функций управления и область их применения.

5. Гидравлические схемы приводов с подключением двух- и трехпозиционных четырехходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей при выполнении ими функций изменения направления, т. е. реверсирования, пуска и остановки потока рабочей жидкости и область их применения.

6. Гидравлические схемы приводов с подключением двух- и трехпозиционных четырехходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей для обеспечения работы дифференциального цилиндра.

7. Гидравлические схемы приводов с подключением двух- и трехпозиционных пятиходовых направляющих золотниковых гидрораспределителей для обеспечения независимого регулирования скорости прямого и обратного хода.

8. Гидравлические схемы приводов с подключением золотниковых гидрораспределителей с одноступенчатым пилотным управлением и их особенности.

9. Принцип работы и особенности подключения изученных направляющих золотниковых гидрораспределителей с их электромагнитным, гидравлическим и электрогидравлическим управлением.

10. Принцип работы и особенности установки в гидравлических схемах одностороннего и двустороннего гидрозамка для обеспечения исключения возможности самопроизвольного перемещения исполнительных органов.

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Лабораторные работы по гидравлической аппаратуре проводятся в специализированной лаборатории кафедры «Металлорежущие станки и инструменты». На занятиях подгруппа студентов делится на бригады (не более четырех-пяти человек), выполняющие по указанию преподавателя каждая свою лабораторную работу.

Изучение конструкций и принципа работы гидравлической аппаратуры, предусмотренной лабораторной работой, производится на реальных образцах и по сборочным чертежам гидроаппаратов с использованием их описаний, представленных в данном учебно-методическом пособии. Кроме того, изучаются гидравлические схемы гидросистем приводов с применением:

- а) *гидроаппаратов для регулирования давления;*
- б) *дросселей и регуляторов потока для регулирования расхода и скорости рабочего органа;*
- в) *гидрораспределителей для направления и распределения потоков рабочей жидкости с целью управления циклом работы привода и реверсирования движения рабочего органа.*

По каждой лабораторной работе студент составляет отчет, в котором по каждому изучаемому гидроаппарату даются следующие сведения:

- а) *описание состава и конструкции;*
- б) *назначение и принцип работы;*
- в) *условные графические обозначения;*
- г) *возможные схемы подключения в гидросистемы приводов.*

Защита лабораторных работ производится в индивидуальном порядке с представлением отчета. При этом по защищаемой работе студент должен знать не только материал, представленный в данном пособии, но и сведения из лекционного курса. Отчеты о лабораторных работах, после их защиты, возвращаются студентам и используются ими при подготовке к экзамену. Студенты, не защитившие лабораторные работы, к экзамену по изучаемой дисциплине не допускаются.

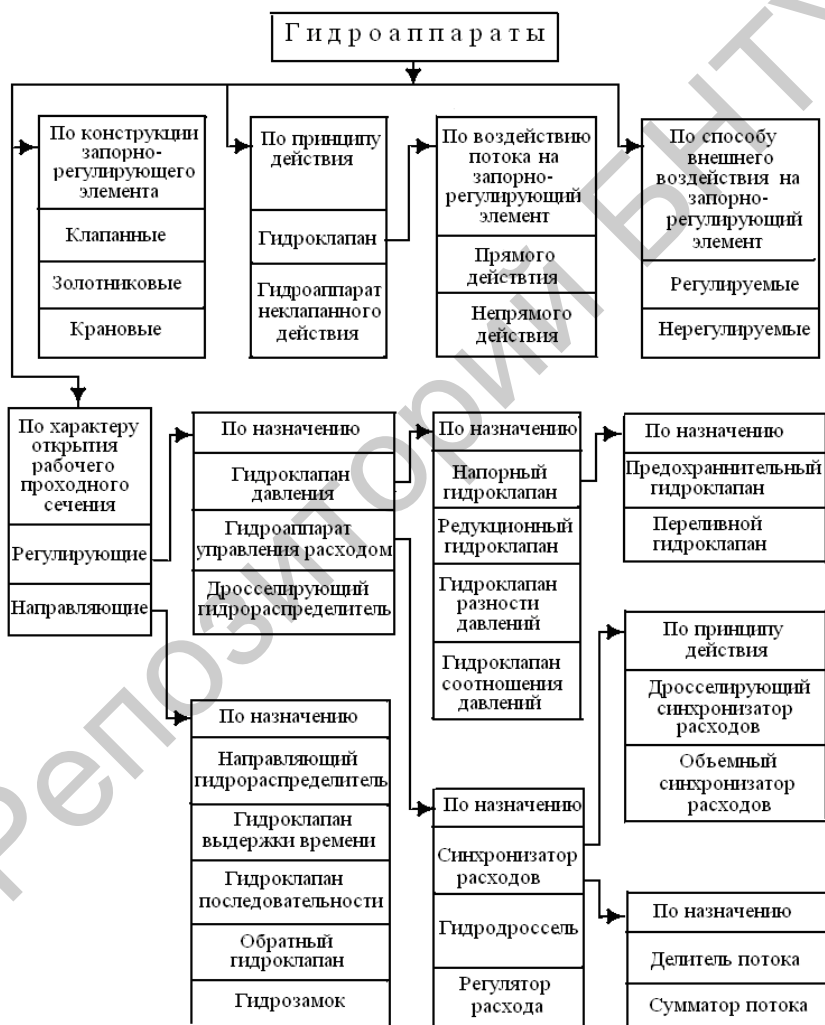
Л и т е р а т у р а

1. Башта, Т. М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Бирюков, Б. Н. Гидравлическое оборудование металлорежущих станков / Б. Н. Бирюков. – М. : Машиностроение, 1979. – 112 с.
3. Богданович, Л. Б. Гидравлические приводы / Л. Б. Богданович. – Киев : Вища школа, 1980. – 231 с.
4. Гидропривод и гидропневмоавтоматика станков / под ред. В. А. Федорца. – Киев : Вища школа, 1987. – 375 с.
5. Гидроприводы и гидрооборудование в станкостроении / А. Я. Оксененко [и др.]. – М. : НИИмаш, 1982. – 112 с.
6. Глубокий, В. И. Расчет гидравлических приводов станочного оборудования / В. И. Глубокий. – Минск : БНТУ, 2005. – 80 с.
7. Гидравлические приводы станочного оборудования / В. И. Глубокий [и др.]. – Минск : БГПА, 1994. – 68 с.
8. Глубокий, В. И. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. Гидравлическая аппаратура / В. И. Глубокий, В. Ф. Горошко, В. И. Клевзович. – Минск : БПИ, 1986. – 44 с.
9. Глубокий, В. И. Гидравлическая аппаратура станочного оборудования / В. И. Глубокий, В. И. Клевзович, А. М. Якимович. – Минск : БГПА, 1994. – 52 с.
10. Данилов, Ю. А. Аппаратура объемных гидроприводов. Рабочие процессы и характеристики / Ю. А. Данилов, Ю. Л. Кирилловский, Ю. Г. Колпаков. – М. : Машиностроение, 1990. – 272 с.
11. Задачник по гидравлике, гидромашинам и гидроприводу / под ред. Б. Б. Некрасова. – М. : Высшая школа, 1989. – 192 с.
12. Иринг, Ю. С. Проектирование гидравлических и пневматических систем / Ю. С. Иринг, Д. К. Раппопорт. – Л. : Машиностроение, 1983. – 363 с.
13. Корнилов, В. В. Гидропривод в кузнечно-штамповочном оборудовании / В. В. Корнилов, В. М. Синицкий; под ред. Н. В. Пасечника. – М. : Машиностроение, 2002. – 224 с.
14. Кузнецов, В. Г. Приводы станков с программным управлением / В. Г. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 1983. – 248 с.
15. Машиностроительный гидропривод / под ред. В. И. Прокофьева. – М. : Машиностроение, 1978. – 495 с.

16. Металлорежущие станки / Н. С. Колев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1980. – 288 с.
17. Металлорежущие станки / под ред. В. Э. Пуша. – М. : Машиностроение, 1985. – 575 с.
18. Металлорежущие станки и автоматы / под ред. А. С. Проникова. – М. : Машиностроение, 1981. – 479 с.
19. Навроцкий, К. Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов / К. Л. Навроцкий. – М. : Машиностроение. 1991. – 384 с.
20. Никитин, О. Ф. Объемные гидравлические и пневматические приводы / О. Ф. Никитин, К. М. Холин. – М. : Машиностроение, 1981. – 269 с.
21. Иванов, Г. М. Проектирование гидравлических систем машин / Г. М. Иванов, С. А. Ермаков, Б. Л. Коробочкин. – М. : Машиностроение, 1992. – 224 с.
22. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы / В. К. Свешников, А. А. Усов. – М. : Машиностроение, 1995. – 464 с.
23. Скрицкий, В. Я. Эксплуатация промышленных гидропроводов / В. Я. Скрицкий, В. А. Рокшевский. – М. : Машиностроение, 1984. – 176 с.
24. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / под ред. Б. Б. Некрасова. – Минск : Вышэйшая школа, 1985. – 216 с.
25. Столбов, Л. С. Основы гидравлики и гидропривод станков / Л. С. Столбов, А. Д. Перова, О. В. Ложкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 256 с.
26. Федорец, В. А. Расчет гидравлических и пневматических приводов гибких производственных систем / В. А. Федорец. – Киев : Вища школа, 1988. – 176 с.
27. Холин, К. М. Основы гидравлики и объемные гидроприводы / К. М. Холин, О. Ф. Никитин. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.
28. Чупраков, Ю. И. Гидропривод и средства гидропневмоавтоматики / Ю. И. Чупраков. – М. : Машиностроение, 1979. – 232 с.
29. Юшкин, В. В. Основные расчеты объемного гидропривода / В. В. Юшкин. – Минск : Вышэйшая школа, 1982. – 94 с.
30. Якимович, А. М. Проектирование гидравлических приводов / А. М. Якимович, В. И. Клевзович, А. И. Бачанцев. – Минск : БНТУ, 2002. – 71 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Классификация гидравлической аппаратуры для регулирования давления, расхода рабочей жидкости и направления и распределения потоков в гидросистеме гидроприводов



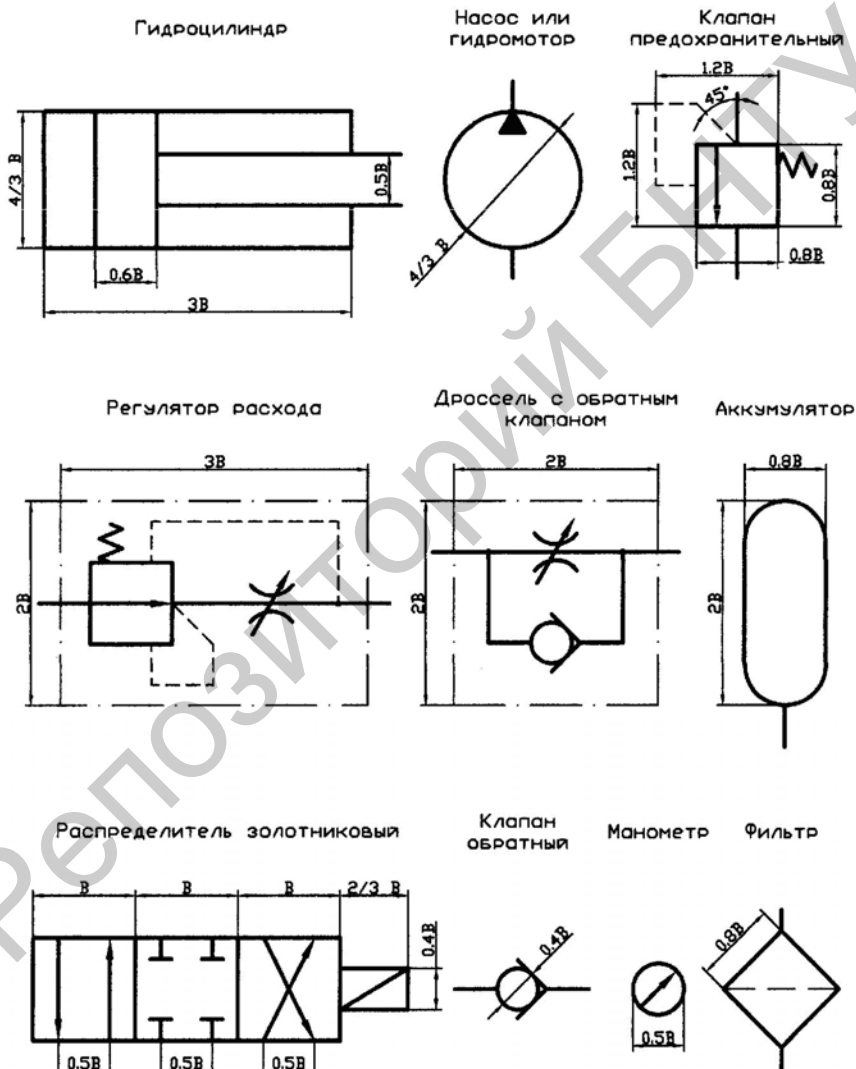
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Буквенные позиционные обозначения элементов гидропривода

1. Гидроаккумулятор (пнеumoаккумулятор)	АК
2. Гидробак	Б
3. Делитель потока	ДП
4. Гидродроссель (пневмодроссель)	ДР
5. Дроссель с обратным клапаном	ДРК
6. Гидрозамок (пневмозамок)	ЗМ
7. Гидроклапан давления	КД
8. Клапан давления с обратным клапаном	КДК
9. Гидроклапан обратный	КО
10. Гидроклапан предохранительный	КП
11. Клапан редукционный	КР
12. Гидромотор (пневмомотор)	М
13. Манометр	МН
14. Насос	Н
15. Насосная установка	НУ
16. Гидрораспределитель (пневмораспределитель)	Р
17. Реле давления	РД
18. Распределитель дросселирующий	РДР
19. Гидроаппарат (пневмоаппарат) золотниковый	РЗ
20. Гидроаппарат (пневмоаппарат) клапанный	РК
21. Распределитель направляющий	РН
22. Регулятор расхода	РР
23. Регулятор расхода с обратным клапаном	РРК
24. Сумматор потока	СП
25. Гидроусилитель	УС
26. Фильтр	Ф
27. Гидроцилиндр (пневмоцилиндр)	Ц

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Размеры графических обозначений элементов гидравлических схем



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Условные графические обозначения гидроаппаратуры для регулирования давления на гидравлических схемах

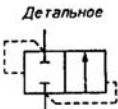

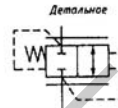

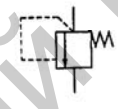
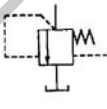
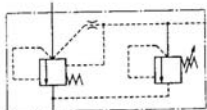
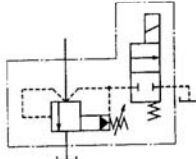
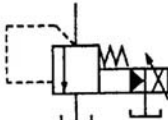
Клапан обратный: – без пружины; открыт, если давление на входе выше давления на выходе	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>
Гидрозамок односторонний	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>
Клапан напорный (предохранительный или переливной) – прямого действия – прямого действия – с дистанционным управлением гидравлический	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>
– непрямого действия с обеспечением дистанционного управления <i>Упрощенное</i>	<div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div>
– прямого действия с электромагнитным управлением	
– непрямого действия с пропорциональным электромагнитным управлением	

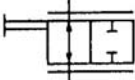


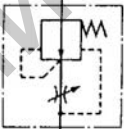

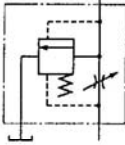
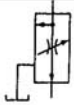
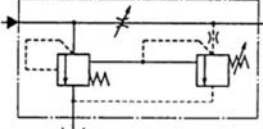


Рис. П4.1. Условные графические обозначения гидравлических обратных клапанов, гидрозамков и напорных клапанов на гидравлических схемах гидроприводов

Клапан редукционный: одноступенчатый, нагруженный пружиной	
– с дистанционным управлением	
– двухступенчатый, гидравлический, с наружным регулированием возврата	
– со сбросом давления гидравлический	
– со сбросом давления, с дистанционным управлением, гидравлический	
Клапан разности давлений	
Клапан соотношения давлений	
Клапан последовательности, одноступенчатый, нагруженный пружиной, на выходе может поддерживаться давление, с наружным дренажом	

Рис. П4.2. Условные графические обозначения гидравлических редукционных клапанов, клапанов разности и соотношений давлений и клапанов последовательности на гидравлических схемах гидроприводов

ПРИЛОЖЕНИЕ 5


Условные графические обозначения гидроаппаратуры для регулирования расхода на гидравлических схемах

Дроссель регулируемый Без указания метода регулирования или положения запорно-регулирующего элемента, обычно без полностью закрытой позиции	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>
Дроссель с обратным клапаном С переменным дросселированием, со свободным проходом потока в одном направлении, но с дросселированием потока в другом направлении	
Регуляторы расхода: – регулятор расхода двухлинейный с изменяемым расходом на выходе	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>
– регулятор расхода трехлинейный с изменяемым расходом на выходе, со сливом избыточного расхода в бак	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Детальное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>
– регулятор расхода трехлинейный с предохранительным клапаном	
Синхронизаторы расходов: – делитель потока – сумматор потока	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> <div style="text-align: center;"> <i>Упрощенное</i>  </div> </div>

Условные графические обозначения гидравлических дросселей, регуляторов и синхронизаторов расхода на гидравлических схемах гидроприводов

ПРИЛОЖЕНИЕ 6


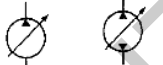
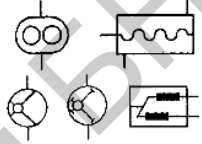
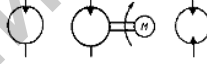
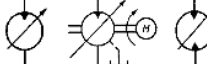

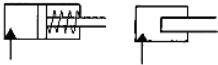
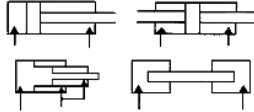
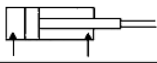
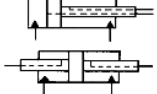
Условные графические обозначения гидравлических распределителей потоков на гидравлических схемах

<p>Распределитель 3/2 Трехлинейный, двухпозиционный, переход через промежуточную позицию, управление электромагнитом и возвратной пружиной</p>	
<p>Распределитель 5/2 Пятилинейный, двухпозиционный, управление давлением в двух направлениях</p>	
<p>Дросселирующий распределитель – с сервоуправлением, с закрытым центром, пружинным центрированием, электромагнитным управлением</p>	
<p>Распределитель 4/3 – с одноступенчатым пилотным управлением. Пилотная ступень. Четырехлинейный, трехпозиционный распределитель, пружинное центрирование, управление двумя противоположными электромагнитами, с мускульным дублированием, наружным сливом Основная ступень. Четырехлинейный, трехпозиционный распределитель, пружинное центрирование, внутренний подвод давления управления в двух направлениях; линии управления в нейтральной позиции без давления</p>	<p>Детальное</p>  <p>Упрощенное</p> 
<p>– с одноступенчатым пилотным управлением. Пилотная ступень. Четырехлинейный, трехпозиционный распределитель, пружинное центрирование, управление одним электромагнитом с двумя противоположными обмотками, с мускульным дублированием, наружным подводом потока управления Основная ступень. Четырехлинейный, трехпозиционный распределитель, центрирование давлением и пружинное, срабатывает от сброса давления управления; линии управления в нейтральной позиции под давлением</p>	<p>Детальное</p>  <p>Упрощенное</p> 

Условные графические обозначения гидрораспределителей для направления и распределения потоков рабочей жидкости

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Условные графические обозначения гидравлических насосов, моторов и цилиндров

Насос нерегулируемый: – с нереверсивным потоком – с реверсивным потоком	
Насос регулируемый: – с нереверсивным потоком – с реверсивным потоком	
Насосы: – шестеренный – винтовой – пластинчатый – радиально-поршневой – аксиально-поршневой	
Гидромотор нерегулируемый: – с нереверсивным потоком – с реверсивным потоком	
Гидромотор регулируемый: – с нереверсивным потоком – с реверсивным потоком	
Поворотный гидродвигатель	
Цилиндр одностороннего действия: – поршневой с возвратом штока пружиной – плунжерный	
Цилиндр двухстороннего действия – с односторонним штоком – с двухсторонним штоком – телескопический односторонний – плунжерный	
Цилиндр дифференциальный	
Цилиндр двухстороннего действия с подводом рабочей среды через шток: – с односторонним штоком – с двухсторонним штоком	

Условные графические обозначения гидравлических насосов, моторов и цилиндров на гидросхемах приводов

О г л а в л е н и е

Введение.....	3
1. Гидроаппаратура для регулирования давления.....	5
1.1. Цель лабораторной работы.....	5
1.2. Порядок выполнения лабораторной работы.....	5
1.3. Гидроклапаны давления.....	6
1.4. Гидроклапаны последовательности с обратным клапаном.....	13
1.5. Гидроклапаны предохранительные.....	17
1.6. Гидроклапаны редуccionные.....	22
1.7. Содержание отчета.....	27
1.8. Контрольные вопросы.....	28
2. Аппаратура регулирования расхода рабочей жидкости.....	29
2.1. Цель лабораторной работы.....	29
2.2. Порядок выполнения лабораторной работы.....	29
2.3. Дроссели регулируемые.....	30
2.4. Дроссели регулируемые щелевые.....	33
2.5. Дроссели путевые.....	36
2.6. Регуляторы расхода двухлинейные.....	38
2.7. Регуляторы расхода двухлинейные с обратным клапаном.....	40
2.8. Регуляторы расхода трехлинейные.....	44
2.9. Дросселирующие делители потока.....	47
2.10. Содержание отчета.....	50
2.11. Контрольные вопросы.....	51
3. Аппаратура для распределения и направления потоков рабочей жидкости.....	52
3.1. Цель лабораторной работы.....	52
3.2. Порядок выполнения лабораторной работы.....	53
3.3. Основные виды направляющих гидроаппаратов.....	54
3.4. Назначение и типы направляющих гидрораспределителей.....	54
3.5. Схемы исполнения золотниковых гидрораспределителей.....	56
3.6. Условные графические обозначения гидрораспределителей.....	59

3.7. Классификация золотниковых гидрораспределителей...	60
3.8. Гидрораспределители направляющие золотниковые....	65
3.9. Применения гидравлических распределителей в гидроприводах.....	71
3.10. Гидрозамки.....	73
3.11. Содержание отчета.....	77
3.12. Контрольные вопросы.....	77
4. Методические указания по выполнению лабораторных работ и оформлению отчета.....	78
Литература.....	80
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	82

Учебное издание

ГЛУБОКИЙ Владимир Игнатьевич
ЯКИМОВИЧ Александр Максимович
МАКАРЕВИЧ Игнат Владимирович

ТИПОВАЯ ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА СТАНОЧНЫХ ПРИВОДОВ

Учебно-методическое пособие
к лабораторным занятиям
для студентов технических специальностей
высших учебных заведений

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *А. Г. Занкевич*

Подписано в печать 04.12.2014. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 4,18. Тираж 100. Заказ 579.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.