

# ГИДРОАППАРАТУРА

## 3.1. Общие сведения, определения, классификация

Гидравлическим аппаратом называется устройство гидропривода, которое управляет потоком рабочей жидкости и выполняет хотя бы одну из следующих функций: изменяет направление потока рабочей жидкости, открывает или перекрывает поток рабочей жидкости, меняет параметры потока (расход, давление) или поддерживает их заданные значения.

Для любого гидроаппарата характерно наличие запорно-регулирующего элемента – подвижной детали (клапана, золотника, крана), при перемещении которой частично или полностью перекрывается рабочее проходное сечение гидроаппарата.

Гидроаппараты в соответствии с ГОСТ 17752-81 подразделяются по следующим признакам:

- конструкции запорно-регулирующего элемента – золотниковые, крановые и клапанные;
- принципу действия – клапаны и гидроаппараты неклапанного действия;
- способу внешнего воздействия на запорно-регулирующий элемент – регулируемые и нерегулируемые;
- характеру открытия рабочего проходного сечения – регулируемые и направляющие;
- назначению – распределители, дроссели, клапаны давления, обратные клапаны и т.д.

В зависимости от конструкции запорно-регулирующего элемента гидроаппараты бывают следующих типов (рис. 3.1): золотниковые – с плоским (рис. 3.1, а) и цилиндрическим (рис. 3.1, б) золотником; крановые – с плоским (рис. 3.1, в), цилиндрическим (рис. 3.1, г), коническим (рис. 3.1, д) и сферическим (рис. 3.1, е) краном; клапанные – шариковые (рис. 3.1, ж), конические (рис. 3.1, з), поршневые (рис. 3.1, и).

Рабочее проходное сечение в золотниковом гидроаппарате (см. рис. 3.1, б) создаётся между острыми кромками цилиндрической расточки корпуса 2 и цилиндрического пояса золотника 1. Площадь этого сечения изменяется при осевом смещении золотника относительно корпуса.

В крановом гидроаппарате (см. рис. 3.1, г) рабочее проходное сечение образуется между острыми кромками каналов корпуса 2 и крана 1, площадь его изменяется при повороте крана. В клапанном гидроаппарате (см. рис. 3.1, ж) проходное сечение образуется между

кромками корпуса 2 и клапаном 1, а его площадь меняется при осевом смещении клапана.

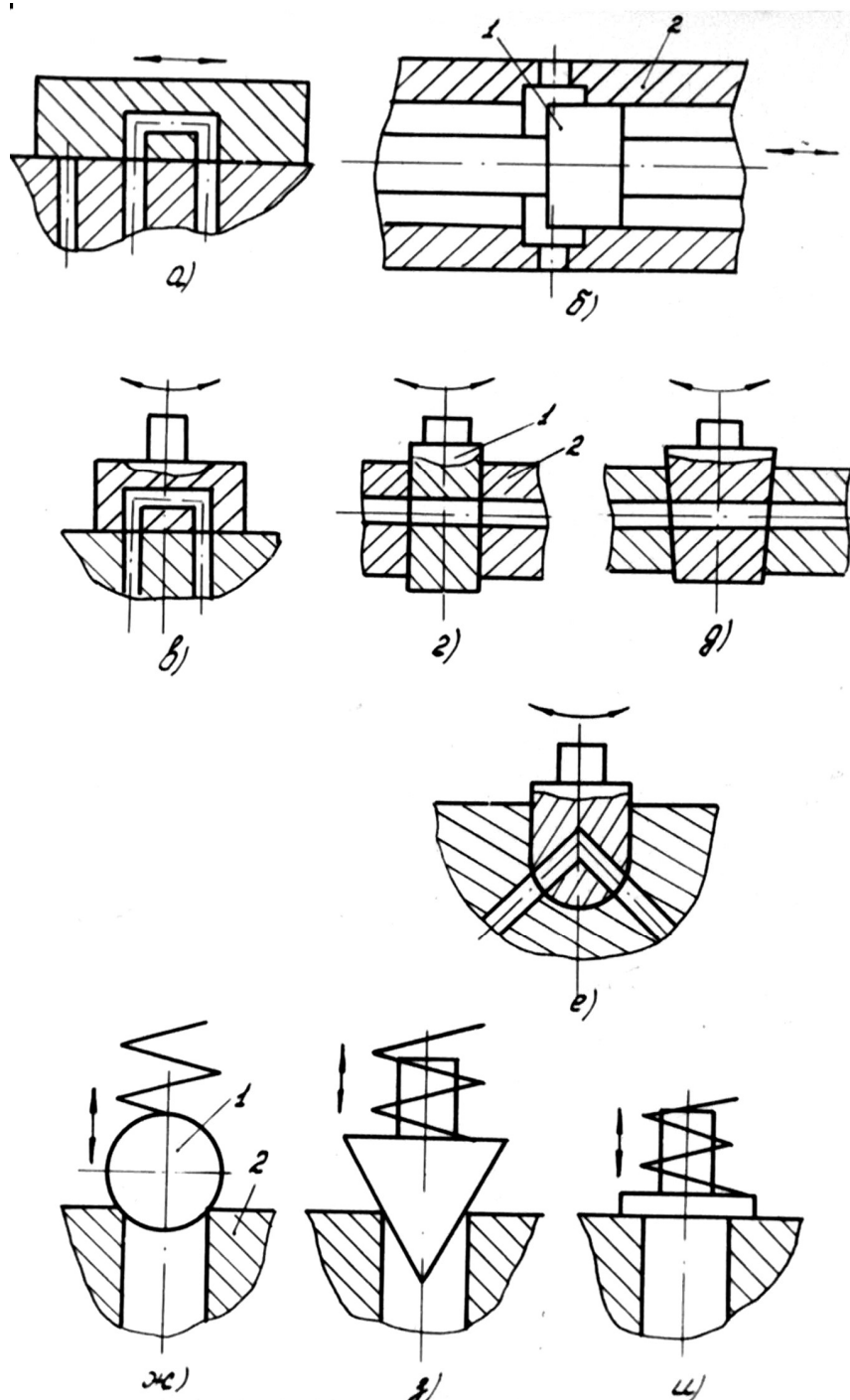


Рис. 3.1. Типы конструкций запорно-регулирующих элементов:

*а, б* – золотниковые; *в, г, д, е* – крановые; *ж, з, и* – клапанные

Появление современных эластомеров и композиционных материалов, обладающих высокими физико-механическими свойствами, предопределило создание гидроаппаратов, где в качестве запорно-регулирующих элементов используют упругие, деформируемые оболочки, мембраны, кольца, пластины.

Схема, поясняющая принцип действия гидроаппаратов с упругим запорно-регулирующим элементом, приведена на рис. 3.2. В корпусе 1

устройства размещены упругий запорно-регулирующий элемент 4 и управляющая полость 2, а также сделаны каналы, которые соединяются с гидролиниями 3, 5 и 6.

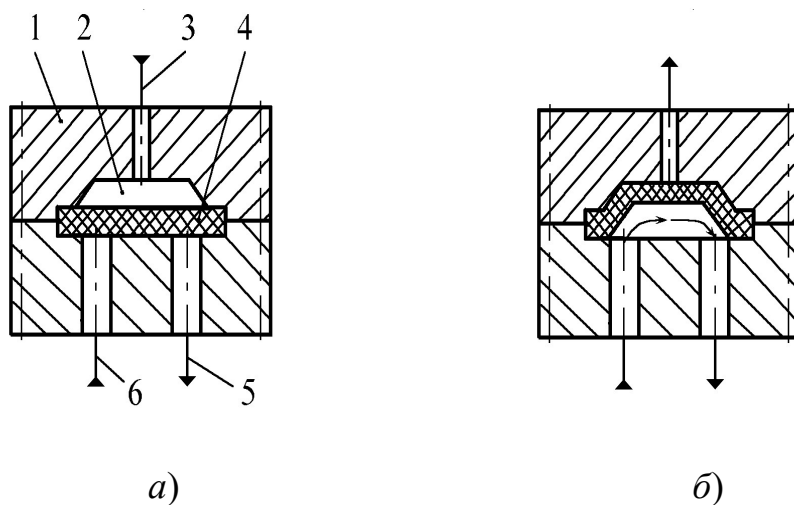


Рис. 3.2. Принцип действия гидроаппаратов с упругим запорно-регулирующим элементом:  
 1 – корпус; 2 – управляющая полость;  
 3 – гидролиния управляющей полости;  
 4 – упругий запорно-регулирующий элемент;  
 5 – отводящая гидролиния; 6 – подводящая гидролиния; а – в закрытом положении;  
 б – в открытом положении

На рис. 3.2, а упругий элемент 4 показан в закрытом положении: под действием давления жидкости в управляющей полости 2 перекрываются гидролинии 5 и 6.

На рис. 3.2, б упругий элемент 4 показан в открытом положении, что происходит при соединении управляющей полости через гидролинию 3 со сливом. При этом давление в управляющей полости падает, упругий элемент деформируется, а гидролинии соединяются между собой.

Основные преимущества гидроаппаратов с упругим запорно-регулирующими элементами перед гидроаппаратами с традиционными запорно-регулирующими элементами определяются возможностью их работы с жидкостями, потерявшими кондиционные показатели, нечувствительностью к загрязнению рабочей жидкости, отсутствием облитерационного залипания и заклинивания запорно-регулирующих элементов, простотой изготовления и ремонта.

Клапаном (рис. 3.3) называется гидроаппарат, в котором степень открытия рабочего проходного сечения изменяется под воздействием потока жидкости, проходящей через гидроаппарат. Клапан является автоматическим гидроаппаратом, не требующим во время работы

какого-либо внешнего воздействия на его запорно-регулирующий элемент.

Клапаны в зависимости от воздействия потока жидкости на запорно-регулирующий элемент бывают прямого и непрямого действия. В клапанах прямого действия размеры проходного сечения меняются в результате непосредственного воздействия потока жидкости на запорно-регулирующий элемент.

В гидроаппаратах неклапанного действия (распределителях, дросселях) степень открытия проходного сечения изменяется при помощи внешнего управляющего воздействия на их запорно-регулирующие элементы, например, перемещением золотника, распределителя или поворотом крана вручную и т.д.

Регулирующие гидроаппараты управляют параметрами потока жидкости (давлением, расходом) и направлением потока, частично открывая рабочее проходное сечение и изменяя таким образом мощность потока. В таких гидроаппаратах запорно-регулирующие элементы при работе могут занимать бесчисленное множество промежуточных положений. К регулирующим гидроаппаратам относятся различные клапаны давления, дроссели, регуляторы потока, дросселирующие распределители и т.д.

Направляющие гидроаппараты управляют пуском, остановкой и направлением потока жидкости путём полного открытия или полного закрытия рабочего проходного сечения, практически не влияя на мощность потока. К этому типу гидроаппаратов относятся направляющие распределители, обратные клапаны, гидрозамки и т.д.

В регулируемых гидроаппаратах степень открытия рабочего проходного сечения или силовое воздействие на запорно-регулирующий элемент можно изменить в процессе работы воздействием извне с целью получения заданного давления или расхода жидкости, например, регулированием силы пружины в клапанах.

В настраиваемом гидроаппарате проходное сечение или силовое воздействие может быть изменено извне только в нерабочем состоянии гидроаппарата.

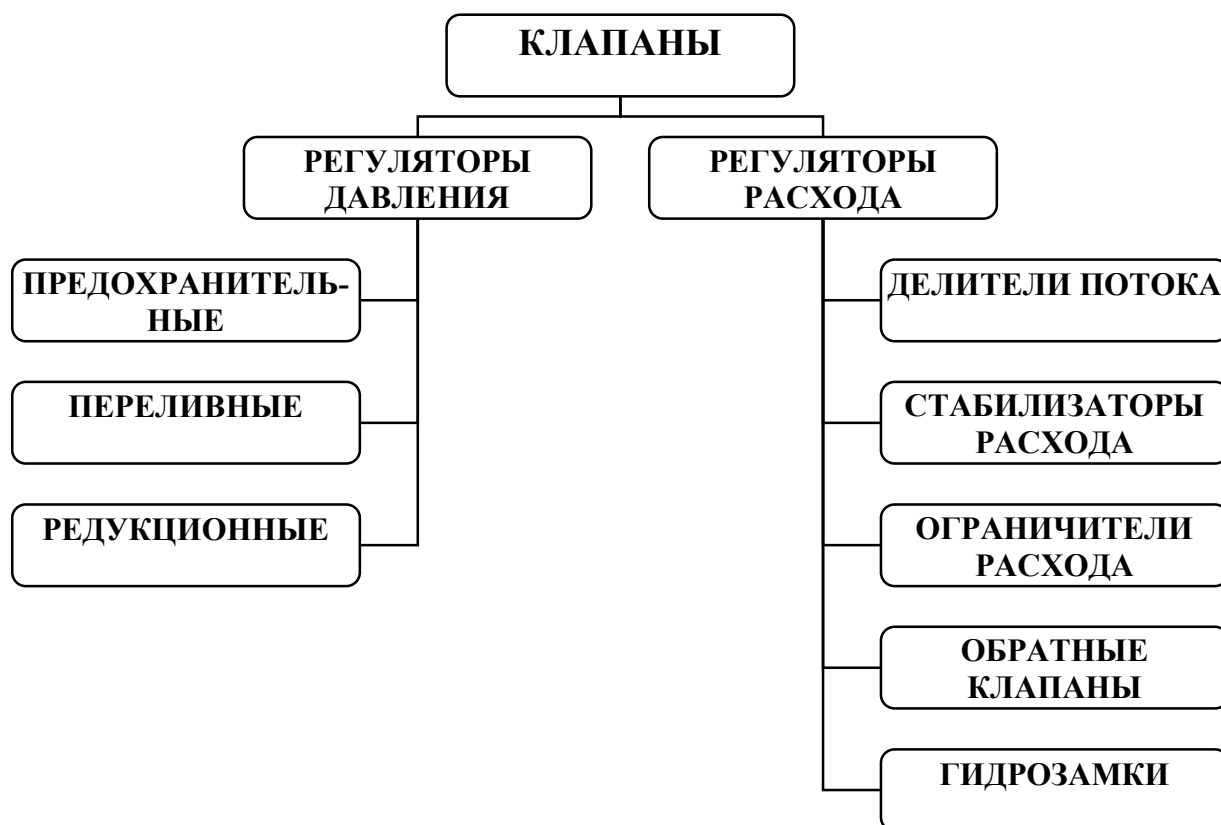


Рис. 3.3. Классификация клапанов

Условные графические обозначения гидроаппаратов на схемах устанавливает ГОСТ 2.782–96.

Основными параметрами гидроаппаратов являются условный проход  $d_y$ , номинальное давление  $p_{ном}$  и расход  $Q_{ном}$  рабочей жидкости, площадь рабочего проходного сечения  $S$ . По этим параметрам и выбирается гидроаппаратура.

Для некоторых гидроаппаратов (распределителей, фильтров и др.) в технической характеристике приводятся данные о величине гидравлических потерь  $\Delta p_{ном}$  при номинальном  $Q_{ном}$  (или максимальном  $Q_{max}$ ) расходе рабочей жидкости. Потери давления при движении жидкости через гидроаппарат для расходов  $Q$ , отличных от указанных, определяются в предположении линейной или квадратичной зависимости потери давления от расхода по формулам:

$$\Delta p = \Delta p_{ном} \frac{Q}{Q_{ном}}; \quad (3.1)$$

$$\Delta p = \Delta p_{ном} \left( \frac{Q}{Q_{ном}} \right)^2. \quad (3.2)$$

Под условным проходом  $d_y$  понимается округлённый до ближайшего значения из установленного ряда диаметр круга, площадь

которого равна площади характерного проходного сечения канала устройства или площади проходного сечения присоединяемого трубопровода.

Рекомендуемые значения условного прохода согласно ГОСТ 16516–80 следующие: 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80 мм и др.

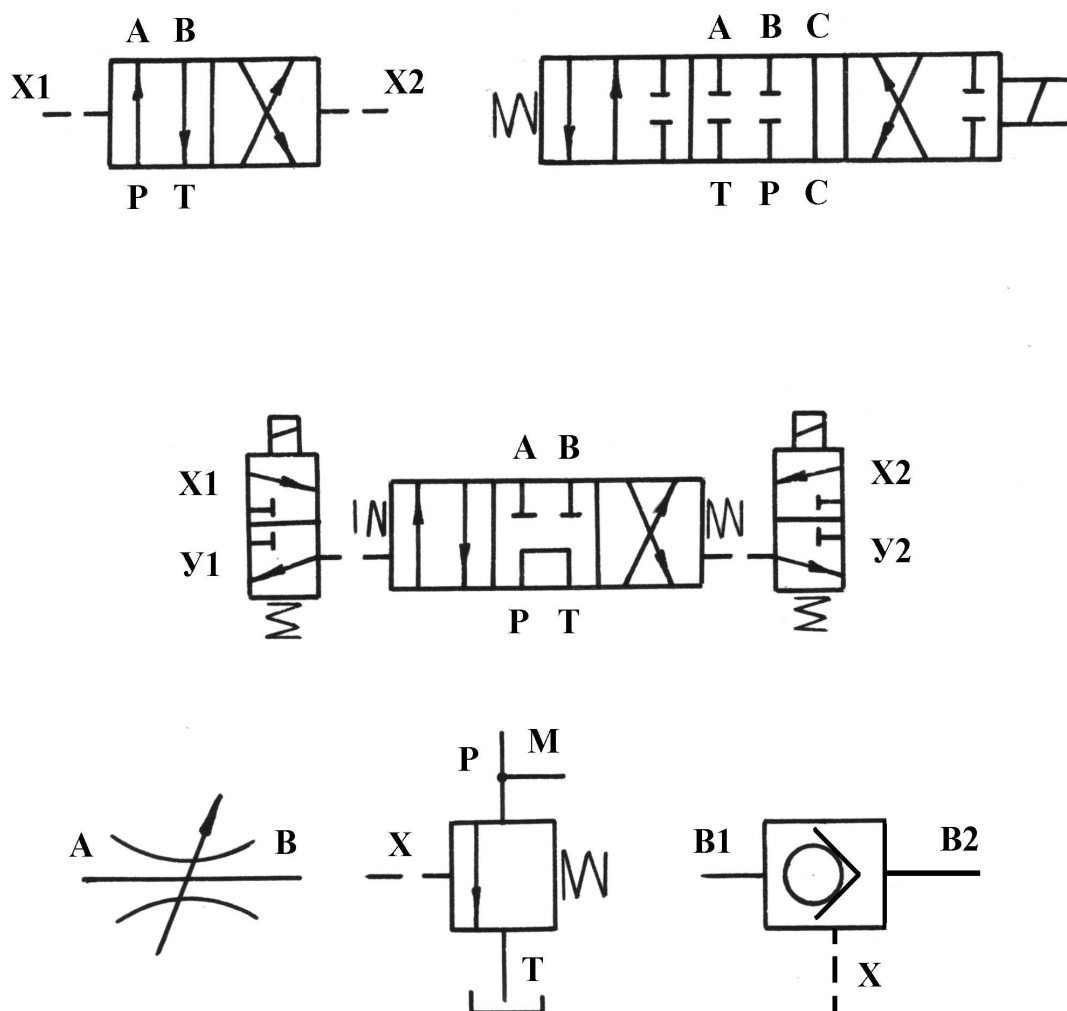


Рис. 3.4. Примеры обозначений присоединительных отверстий гидроаппаратов

Под характеристикой гидроаппарата понимается функциональная зависимость между определёнными параметрами. Так, основной гидравлической характеристикой дросселя является зависимость расхода от перепада давления, т.е.  $Q_{др} = f(\Delta p_{др})$ .

Присоединительные отверстия гидроаппаратов по ГОСТ 24242-80 должны иметь следующие буквенные обозначения:

- А, В, С, Р, Т – отверстия основного потока;
- Х, Y – отверстия потока управления;
- М – отверстие для манометра;
- L – дренажное отверстие.

Рекомендуемые обозначения отверстий основного потока:  
Р – отверстие для входа рабочей жидкости под давлением;  
А, В – отверстия для присоединения к другим гидроустройствам;  
Т – отверстие для выхода рабочей жидкости в гидробак;  
С – отверстие проточного канала специального гидрораспределителя.

Примеры обозначений присоединительных отверстий гидроаппаратов приведены на рис. 3.4.

При наличии в гидроаппарате нескольких отверстий одинакового назначения их следует обозначать буквами с добавлением порядкового номера справа.

### 3.2. Гидравлические распределители

Гидравлическим распределителем (гидрораспределителем) называется гидроаппарат, предназначенный для управления пуском, остановкой и направлением движения потока жидкости в двух или более гидролиниях в зависимости от наличия внешнего управляющего воздействия.

Управление движением потока жидкости осуществляется с целью обеспечения включения, реверса и остановки гидродвигателей. Основными конструктивными элементами гидрораспределителей являются корпус и запорно-регулирующий элемент.

Гидрораспределители подразделяются по следующим признакам:

- конструкции запорно-регулирующего элемента – золотниковые, крановые, клапанные;
- числу внешних гидролиний, поток в которых управляется распределителем, – двух-, трёх-, четырёхлинейные и т.д.;
- числу фиксированных или характерных позиций запорно-регулирующего элемента – двух-, трёхпозиционные и т.п.;
- виду управления – распределители с ручным, механическим, электрическим, гидравлическим, пневматическим и комбинированным: электрогидравлическим, пневмогидравлическим и другим управлением;
- способу открытия проходного сечения – направляющие и дросселирующие.

Правила построения условных графических обозначений гидрораспределителей на схемах устанавливает ГОСТ 2.781–96. В обозначении гидрораспределителя (рис. 3.5) указываются следующие элементы: позиции запорно-регулирующего элемента; внешние линии связи, подводимые к распределителю; проходы (каналы) и элементы управления.

Число позиций изображают соответствующим числом квадратов (прямоугольников). Условные графические обозначения не отражают конструкцию запорно-регулирующего элемента, т.е. они одинаковы для золотниковых, крановых и клапанных распределителей.

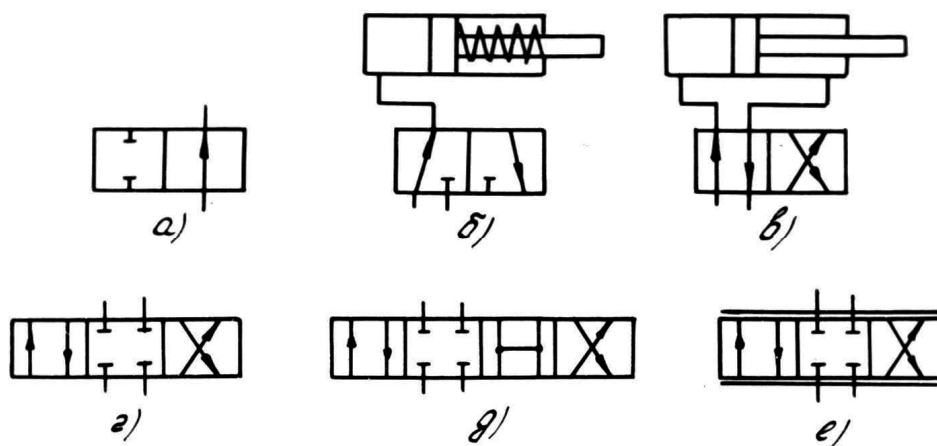
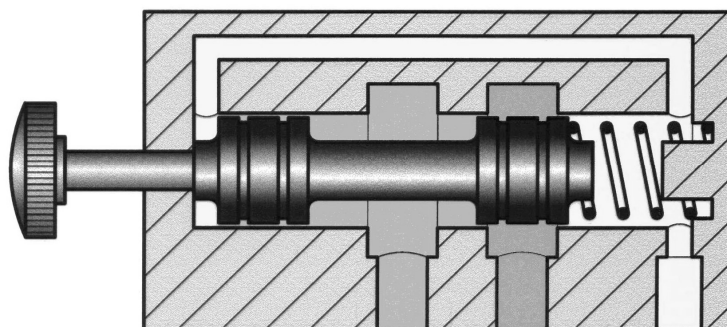


Рис. 3.5. Условное обозначение гидрораспределителей в схемах:

- а* – двухлинейный двухпозиционный; *б* – трехлинейный двухпозиционный; *в* – четырехлинейный двухпозиционный;  
*г* – четырехлинейный трехпозиционный;  
*д* – четырехлинейный четырехпозиционный;  
*е* – дросселирующий четырехлинейный трехпозиционный

Двухлинейные двухпозиционные гидрораспределители (см. рис. 3.5, *а*) применяются для пропускания или перекрытия потока жидкости только в одной гидролинии и используются, например, для блокировки (запираания) потока жидкости в системах автоматики.

Конструктивные схемы двухпозиционных гидрораспределителей приведены на рис. 3.6 – 3.8.





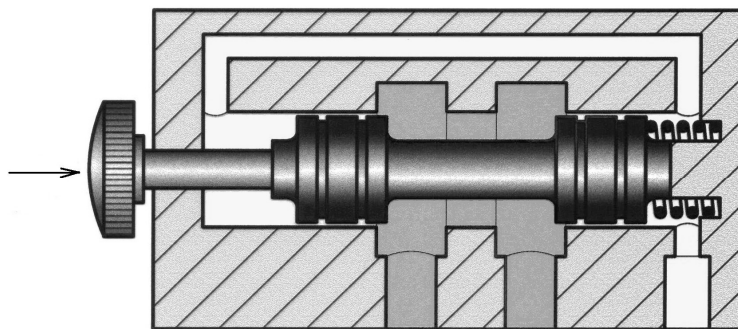


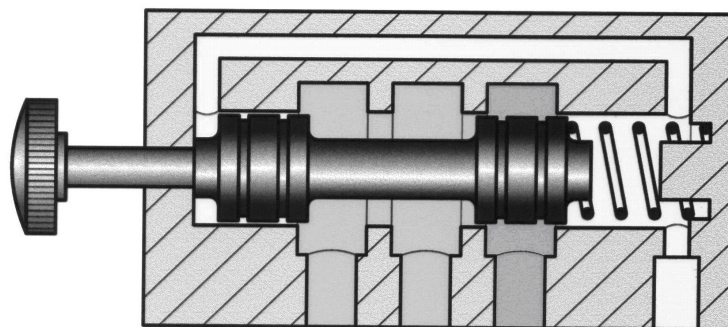
Рис. 3.6. Двухлинейный двухпозиционный гидрораспределитель (см. рис. 3.5, а)

Трёхлинейные двухпозиционные гидрораспределители (см. рис. 3.5, б) предназначены для управления гидроцилиндрами одностороннего действия.

Четырёхлинейные гидрораспределители (см. рис. 3.5, в-д), соединённые с четырьмя внешними гидролиниями (напорной, сливной и двумя исполнительными), используются для управления потоком жидкости в двух полостях, например, у гидроцилиндра двухстороннего действия.

У четырёхлинейных двухпозиционных гидрораспределителей (см. рис. 3.5, в) только две фиксированные позиции, у трёхпозиционных (см. рис. 3.5, г) – три (одна исходная – нейтральная и две рабочие), у четырёхпозиционных (см. рис. 3.5, д) – четыре (например, исходная, две рабочие и плавающая).

При плавающей позиции обе полости гидродвигателя соединены между собой и со сливной гидролинией. Направляющие гидрораспределители предназначены для изменения направления, пуска и остановки потока рабочей жидкости в зависимости от наличия внешнего дискретного управляющего воздействия. Запорно-регулирующий элемент в направляющем распределителе всегда занимает крайние рабочие позиции, а параметры потока жидкости не изменяются.



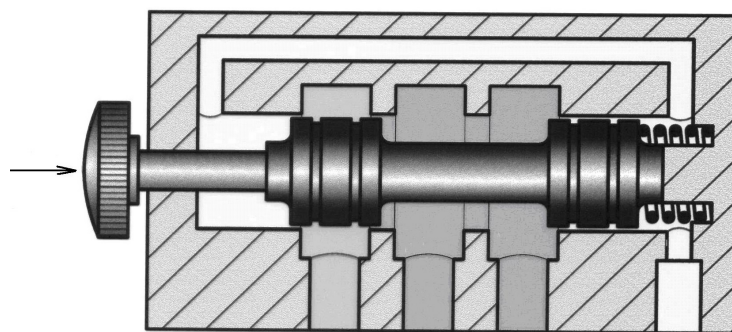


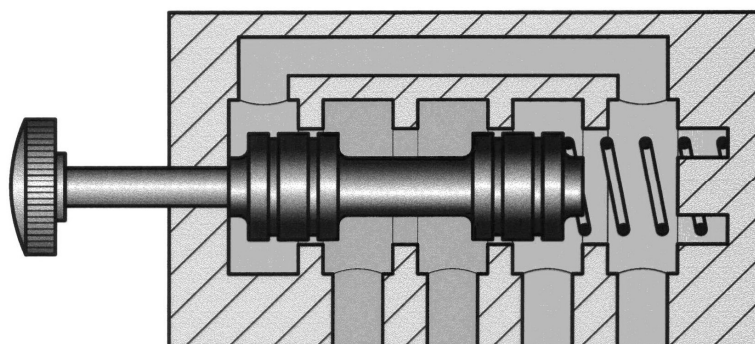
Рис. 3.7. Трехлинейный двухпозиционный гидрораспределитель (см. рис. 3.5, б)

Дросселирующие гидрораспределители не только изменяют направление потока рабочей жидкости, но и регулируют расход и давление жидкости в соответствии с изменением внешнего управляющего воздействия.

Запорно-регулирующий элемент дросселирующего распределителя может занимать бесконечное множество промежуточных рабочих положений, образуя дросселирующие щели. Характер внешнего управляющего воздействия – непрерывный. Условное графическое обозначение дросселирующего распределителя приведено на рис. 3.5, е.

Широко применяются в гидроприводах гидрораспределители золотникового типа. Они обладают следующими достоинствами:

- простотой осуществления многопозиционности, т.е. способностью обеспечить все необходимые действия выходного звена гидродвигателя одним золотником;
- лёгкостью управления, что важно в системах с ручным управлением;
- высокой герметичностью;
- компактностью и сравнительной простотой конструкции;
- разгруженностью золотника от статических сил, создаваемых давлением рабочей жидкости.



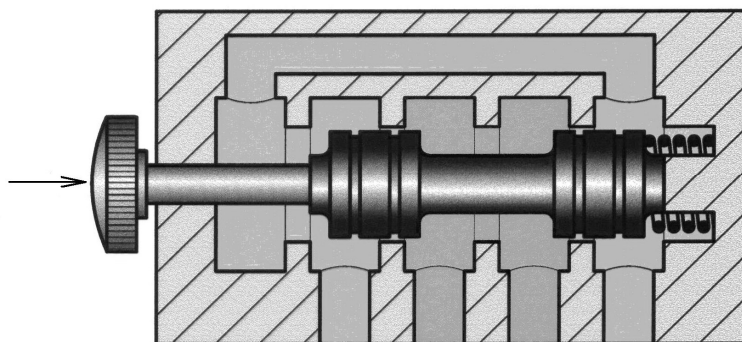


Рис. 3.8. Четырехлинейный двухпозиционный гидрораспределитель (см. рис. 3.5, в)

Недостатки золотниковых гидрораспределителей:

- высокие требования к чистоте рабочей жидкости;
- сложность изготовления и ремонта;
- возможность заклинивания;
- возможность облитерации (заращивание) щелей золотников;
- необходимость квалифицированного обслуживания.

На рис. 3.9 показана конструктивная схема гидрораспределителя золотникового типа. В корпус 1 распределителя вставлен цилиндрический золотник 2. Золотник имеет три цилиндрических пояска с острыми кромками, а в корпусе выполнено пять цилиндрических расточек.

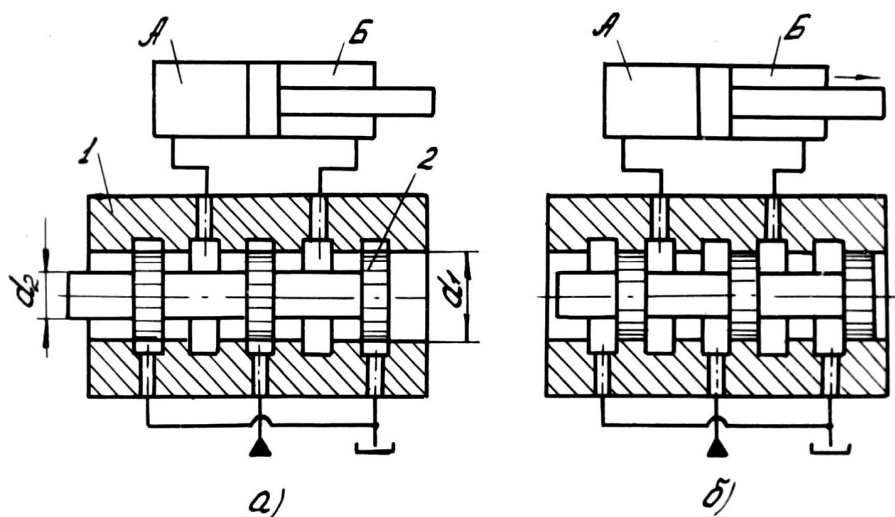


Рис. 3.9. Схема золотникового гидрораспределителя:  
1 – корпус; 2 – цилиндрический золотник

При положении золотника в исходной позиции (см. рис. 3.9, а) напорная, сливная и исполнительные гидролинии перекрыты. При перемещении золотника из исходной позиции вправо (см. рис. 3.9, б) напорная гидродлиния соединяется с поршневой полостью А гидроцилиндра и поршень перемещается вправо.

При этом рабочая жидкость из штоковой полости Б вытесняется в сливную гидролинию. При перемещении золотника из исходной позиции влево рабочая жидкость из напорной гидролинии поступает в штоковую полость Б, а из поршневой полости А вытесняется в сливную гидролинию. Условное обозначение распределителя (см. рис. 3.9) представлено на рис. 3.5, з.

Перемещение золотника в корпусе возможно лишь при наличии радиального зазора 4...10 мкм, по которому возможны утечки жидкости, определяемые по формуле [24]:

$$Q_{\text{ут}} = 0,044 \frac{d_1 \delta^3 \Delta p \cdot 10^6}{\nu \ell}, \quad (3.3)$$

где  $Q_{\text{ут}}$  – утечки жидкости через радиальный зазор, см<sup>3</sup>/мин;  $d_1$  – диаметр золотника, мм;  $\delta$  – радиальный зазор между золотником и отверстием в корпусе, мкм;  $\Delta p$  – перепад давления на уплотняющем пояске, МПа;  $\nu$  – кинематический коэффициент вязкости жидкости, сСт;  $\ell$  – ширина уплотняющего пояска (вдоль оси золотника), мм.

Для уменьшения утечек, как видно из формулы (3.3), необходимо уменьшать радиальный зазор, однако обеспечить его размер менее 5 мкм технологически трудно.

Кроме того, при малых зазорах снижается надёжность работы распределителя, так как деформации корпуса могут вызвать заклинивание золотника. Для снижения утечек можно также уменьшить диаметр золотника, что, однако, ведёт к нежелательному уменьшению площади проходного сечения, росту потерь давления, или увеличивать ширину уплотняющего пояска, что приводит к увеличению хода золотника и его габаритов.

По перекрытию рабочих окон золотником (рис. 3.10) различают распределители:

- а) с нулевым перекрытием (ширина цилиндрического пояска золотника  $h$  равна ширине цилиндрической расточки корпуса распределителя  $t$ , т.е.  $h = t$ );
- б) положительным перекрытием ( $h > t$ );
- в) отрицательным перекрытием ( $h < t$ ).

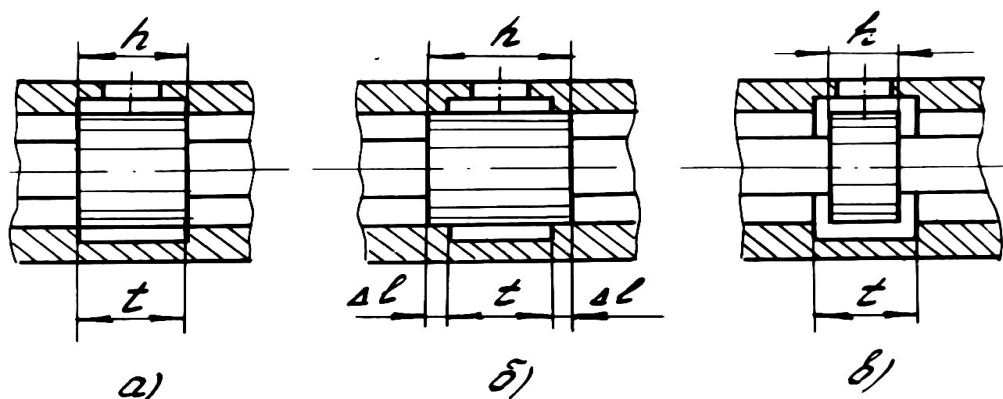


Рис. 3.10. Схемы перекрытий рабочих окон в золотниковых распределителях:  
 а – с нулевым перекрытием; б – с положительным перекрытием;  
 в – с отрицательным перекрытием

Внешняя расходная характеристика гидрораспределителя (рис. 3.11) определяет зависимость расхода рабочей жидкости  $Q$  от перемещения золотника  $x$ . Обычно её строят для нескольких перепадов давления на кромках золотника, а крутизну внешней расходной характеристики оценивают коэффициентом усиления по расходу:

$$k_Q = \frac{\Delta Q}{\Delta x}, \quad (3.4)$$

где  $k_Q$  – коэффициент усиления по расходу;  $\Delta Q$  – приращение расхода жидкости через распределитель;  $\Delta x$  – приращение перемещения золотника.

Коэффициент  $k_Q$  характеризует быстродействие распределительного устройства.

Распределители с положительным перекрытием имеют внешнюю характеристику (см. рис. 3.11, б) с зоной нечувствительности, равной перекрытию  $2\Delta\ell$ . На эту величину следует сдвинуть золотник и только тогда жидкость начнёт поступать к гидродвигателю.

Величину  $Q_{\max}$  называют расходом насыщения гидрораспределителя. Такие гидрораспределители широко применяются в гидросистемах мобильных машин, особенно в тех случаях, когда утечки в нейтральной позиции или в начале хода золотника должны быть минимальными, а жесткость (чувствительность к нагрузке) – высокой.

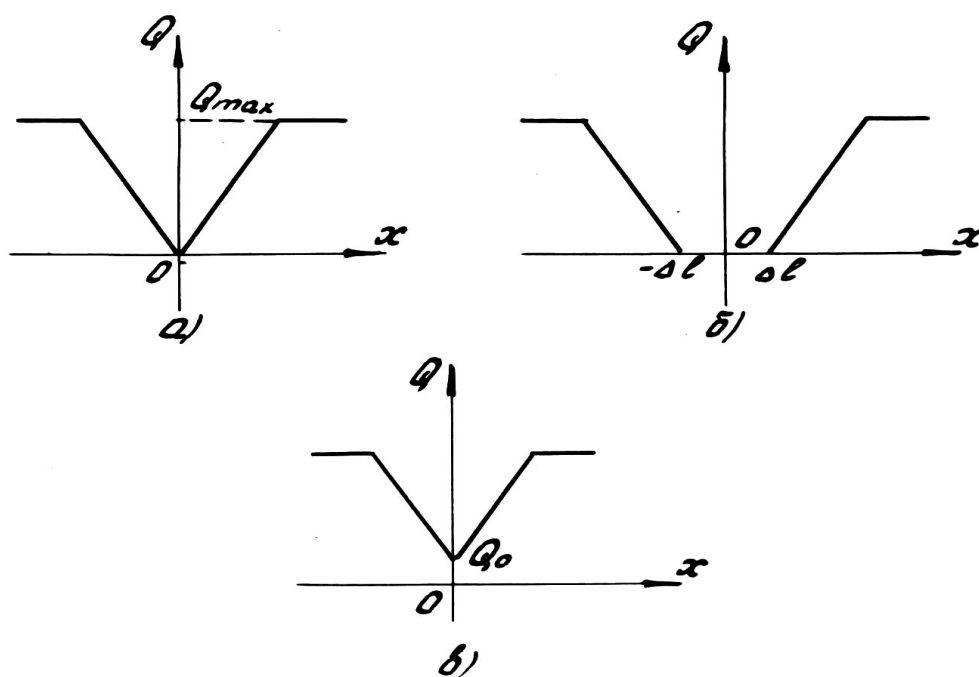


Рис. 3.11. Внешние характеристики золотниковых распределителей:  
а – с нулевым перекрытием; б – с положительным перекрытием;  
в – с отрицательным перекрытием

Распределители с отрицательным перекрытием (см. рис. 3.11, в) имеют повышенные утечки рабочей жидкости. Их рекомендуется применять в гидросистемах, для которых утечки не являются определяющими факторами, например, для обеспечения разгрузки насоса и свободного ("плавающего") перемещения исполнительного механизма под действием внешней нагрузки и в других случаях. Недостатком этих распределителей являются потеря расхода и дросселирование рабочей жидкости при нейтральной позиции золотника.

Распределители с нулевым перекрытием рабочего окна (см. рис. 3.11, а) не имеют зоны нечувствительности, обладают высоким быстродействием, имеют линейную зависимость расхода жидкости от перемещения золотника. Они широко применяются в следящих гидроприводах и средствах гидроавтоматики.

Размеры золотника определяются в основном расходом и допустимой скоростью течения жидкости в его каналах, которая, в свою очередь, зависит от назначения золотника, рабочего давления в гидросистеме. Проходные каналы золотника выбираются с учётом обеспечения требуемого расхода жидкости при допустимом сопротивлении её потоку. Размеры цилиндрических золотников с кольцевыми проточками в корпусе находят из соотношения

$$S = \pi d_1 x = \frac{Q}{V}, \quad (3.5)$$

где  $S$  – площадь рабочего проходного сечения,  $\text{м}^2$ ;  $d_1$  – диаметр золотника,  $\text{м}$ ;  $x$  – смещение золотника (величина открытия щели),  $\text{м}$ ,  $x < t$ ,  $t$  – ширина цилиндрической расточки корпуса золотника;  $Q$  – расход жидкости,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $V$  – скорость рабочей жидкости в каналах распределителя, принимается равной  $10...15 \text{ м/с}$ .

Диаметр  $d_2$  шейки золотника (см. рис. 3.9) должен быть таким, чтобы обеспечивалось требуемое проходное сечение из условия

$$\frac{\pi}{4}(d_1^2 - d_2^2) \geq \pi d_1 t. \quad (3.6)$$

Гидравлическая характеристика золотника определяется его гидравлическим сопротивлением  $\Delta p$  по формуле

$$\Delta p = \xi \frac{\rho}{2} V^2 = \xi \frac{\rho}{2} \left( \frac{Q}{S} \right)^2, \quad (3.7)$$

где  $\Delta p$  – потери давления,  $\text{Па}$ ,  $\Delta p = p_1 - p_2$ , здесь  $p_1$  – давление на входе,  $p_2$  – давление на выходе;  $\xi$  – коэффициент местного сопротивления ( $\xi = 2...4$  для гидравлических золотников);  $\rho$  – плотность жидкости,  $\text{кг/м}^3$ ;  $V$  – скорость рабочей жидкости в каналах распределителя,  $\text{м/с}$ ,  $V = Q/S$ .

Поток жидкости в золотниковых распределителях вследствие возмущающего действия поворотов, сужений и расширений является преимущественно турбулентным, причём критическое число  $Re_{кр} = 100...200$ .

С учётом формул (3.5) и (3.7) можно получить выражение для расхода рабочей жидкости через золотниковый распределитель:

$$Q = \mu S \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p} = \mu \pi d_1 x \sqrt{\frac{2}{\rho} \Delta p}, \quad (3.8)$$

где  $\mu = \frac{1}{\sqrt{\xi}}$  – коэффициент расхода гидрораспределителя,  $\mu = 0,50...0,71$ .

На золотник гидрораспределителя в процессе его работы действуют следующие осевые силы: гидродинамические, инерции, трения, давления жидкости и усилия пружины.

Наибольшую величину имеют гидродинамические силы, возникающие вследствие резкого изменения направления и скорости течения жидкости в каналах распределителя. Осевая гидродинамическая

сила направлена в сторону, противоположную направлению скорости потока жидкости, т.е. гидродинамическая сила стремится сместить золотник к нулевому положению.

Осевая гидродинамическая сила  $F_{гд}$  зависит от расхода жидкости  $Q$ , скорости жидкости  $V$  и угла  $\beta$ , под которым жидкость вытекает из окна распределителя и определяется по формуле

$$F_{гд} = QV\rho \cos \beta, \quad (3.9)$$

где  $F_{гд}$  – осевая гидродинамическая сила, Н;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  – скорость жидкости, м/с;  $Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с.

Для уменьшения гидродинамической силы выполняется профилирование каналов золотников, втулок и т.п.

Для управления гидродвигателями распределители могут иметь различные схемы соединения каналов: параллельную, последовательную и индивидуальную.

На рис. 3.12 изображена принципиальная гидравлическая схема объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и параллельной схемой соединения золотников гидрораспределителей.

При параллельной схеме соединения золотников секций Р1 и Р2 гидрораспределителя (см. рис. 3.12) поток жидкости от насоса может быть подан одновременно на несколько гидродвигателей (гидроцилиндры Ц1 и Ц2). При этом расход жидкости делится между гидродвигателями обратно пропорционально их внешним нагрузкам.

Рабочая жидкость из гидробака Б (см. рис. 3.12) по всасывающей гидролинии насосом Н подается в напорную гидролинию и поступает в трехпозиционные секции Р1 и Р2 гидрораспределителя с ручным управлением.

При нейтральном (исходном) положении золотников секций Р1 и Р2 распределителя (оно показано на схеме) напорная гидролиния соединяется со сливной гидролинией и рабочая жидкость через фильтр Ф возвращается обратно в гидробак Б. Параллельно фильтру Ф установлен переливной клапан КП2, направляющий жидкость мимо фильтра в случае загрязнения фильтрующего элемента.

Исполнительные гидролинии соединяют секции Р1, Р2 гидрораспределителя с гидроцилиндрами Ц1, Ц2 соответственно. В исходном положении золотников исполнительные гидролинии перекрыты и штоки гидроцилиндров зафиксированы в определенном положении.

При установке, например, золотника секции Р1 гидрораспределителя в верхнее рабочее положение (т.е. его необходимо сместить вниз от



исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса Н через обратный клапан КО будет поступать в поршневую (левую) полость гидроцилиндра Ц1, а из штоковой полости (правой) будет сливаться в гидробак. Шток гидроцилиндра Ц1 перемещается вправо, т.е. работает на выталкивание.

При включении золотника распределителя Р1 в нижнюю рабочую позицию (т.е. его необходимо сместить вверх от исходного положения на одну позицию) жидкость от насоса Н через обратный клапан КО будет поступать в штоковую полость гидроцилиндра Ц1, и из поршневой полости будет сливаться в гидробак. В этом случае шток цилиндра Ц1 перемещается влево, т.е. работает на втягивание.

Управление перемещением штока гидроцилиндра Ц2 производится секцией Р2 гидрораспределителя аналогично.

Предохранительный клапан КП1 предохраняет гидросистему от давления рабочей жидкости, превышающего установленное, путем слива жидкости в гидробак Б. При установке в качестве гидродвигателей не гидроцилиндров, а гидромоторов будем иметь гидропривод вращательного движения, принцип действия которого аналогичен вышерассмотренному принципу действия гидропривода возвратно-поступательного движения.

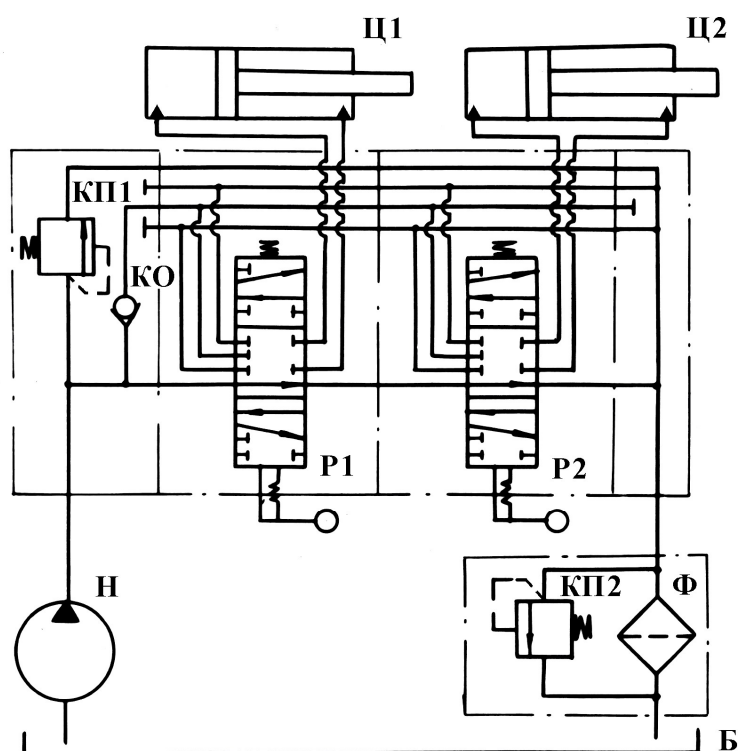


Рис. 3.12. Принципиальная гидравлическая схема гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и с параллельной схемой соединения золотников гидрораспределителей

При последовательной схеме соединения секций P1 и P2 золотников гидрораспределителя (рис. 3.13) несколько гидродвигателей (гидроцилиндры Ц1 и Ц2) также могут быть включены одновременно. Однако в этом случае весь поток жидкости от насоса поступает вначале в рабочую полость первого гидродвигателя, а из его сливной полости в напорную полость второго двигателя и т.д. Отводящая гидролиния последнего из включенных гидродвигателей соединяется со сливной гидролинией.

Расход жидкости при такой схеме для каждого гидродвигателя является одинаковым, что обеспечивает одновременную работу нескольких гидродвигателей с одинаковой скоростью. Но при такой схеме рабочее давление в каждом последующем гидродвигателе равно давлению на выходе из предыдущего, а давление на выходе из насоса определяется суммой перепадов давлений на гидродвигателях.

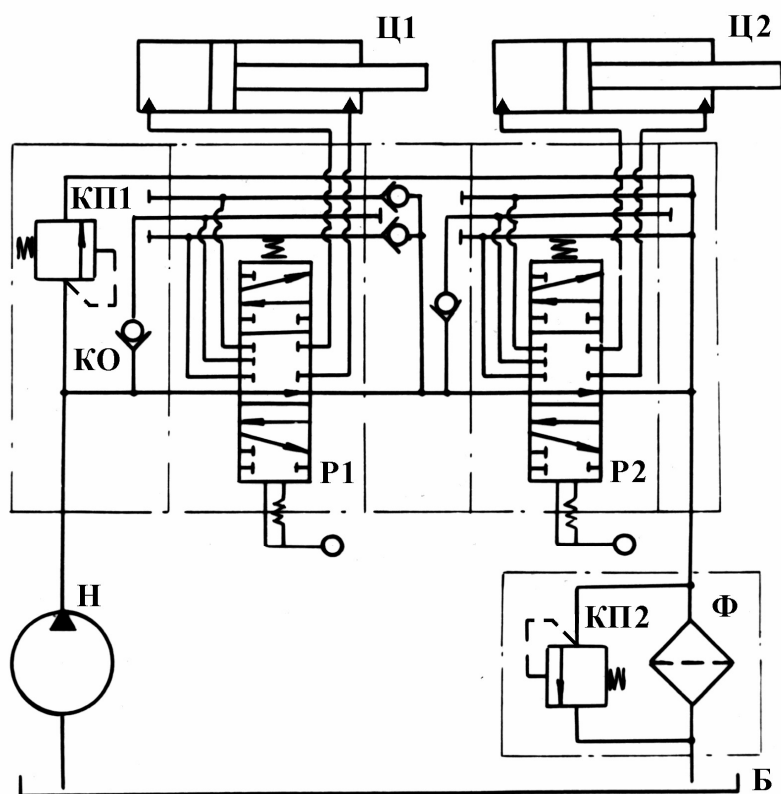


Рис. 3.13. Принципиальная гидравлическая схема гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и с последовательной схемой соединения золотников гидрораспределителей

При индивидуальной схеме соединения золотников секций P1 и P2 гидрораспределителя (рис. 3.14) поток рабочей жидкости от насоса поступает только к одному гидродвигателю, а из сливной полости направляется в сливную гидролинию. Причем при одновременном включении золотников поток жидкости поступает к тому

гидродвигателю, управляющий золотник которого находится ближе к напорной гидролинии насоса.

Подвод рабочей жидкости к следующим гидродвигателям перекрыт. Чтобы включить последующий гидродвигатель, необходимо отключить предыдущий гидродвигатель.

Многозолотниковые гидрораспределители по конструктивному исполнению корпуса разделяют на секционные и моноблочные. При секционном исполнении гидрораспределителя золотники расположены в отдельных рабочих секциях, которые соединяют в единый блок с напорной и сливной секциями с помощью стяжных винтов или шпилек. Предохранительный и обратный клапаны обычно расположены в напорной секции. При моноблочном исполнении все золотники расположены в одном корпусе.

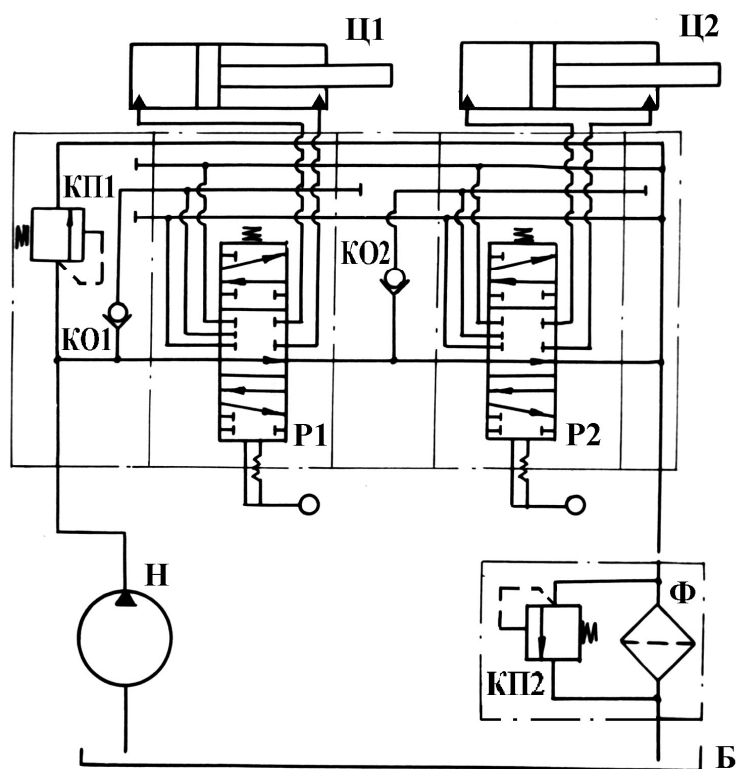


Рис. 3.14. Принципиальная гидравлическая схема гидропривода возвратно-поступательного движения с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости и с индивидуальной схемой соединения золотников гидрораспределителей

Примеры условных обозначений напорных, рабочих, промежуточных и сливных секций секционных гидрораспределителей приведены на рис. 3.15. Здесь буквой Н обозначается напорная гидролиния, а буквами С1, С2 и С3 – проточные каналы. Отверстие для подвода рабочей жидкости под давлением обозначается буквой Р, а

отверстие для выхода жидкости на слив – буквой Т. Отверстия для внешнего соединения с гидродвигателями обозначаются буквами А и В.

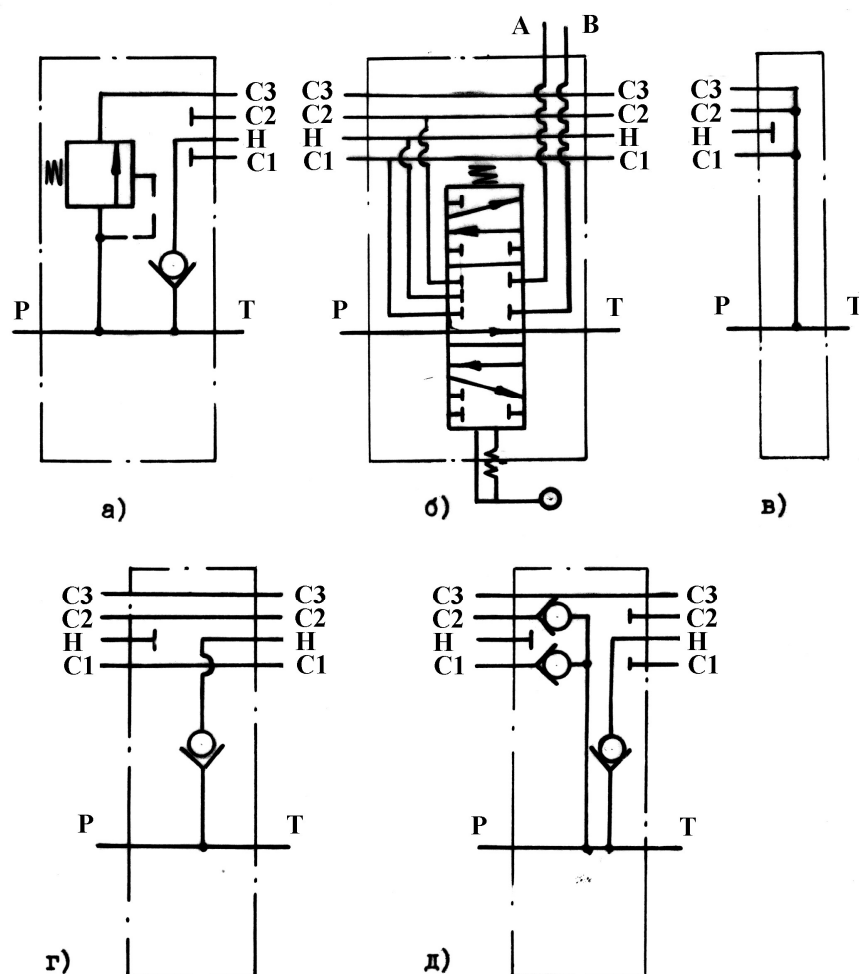


Рис. 3.15. Условные обозначения секций гидрораспределителя:  
*а* – напорная; *б* – рабочая трехпозиционная; *в* – сливная;  
*г, д* – промежуточные

Напорная секция (см. рис. 3.15, *а*) включает обратный клапан и предохранительный клапан прямого действия. Такая секция (обозначается цифрами 20) применяется для гидравлических систем, не требующих расположения предохранительного клапана непосредственно около насоса.

Рабочая трехпозиционная секция (см. рис. 3.15, *б*) применяется для управления гидроцилиндрами двустороннего действия и реверсивными гидромоторами. Рабочая секция (обозначается цифрами 01.1) имеет фиксацию золотника во всех трех позициях.

Сливная секция (см. рис. 3.15, *в*) используется для слива рабочей жидкости в гидробак (обозначается цифрами 30).

Промежуточная секция (см. рис. 3.15, з) включает обратный клапан и применяется для поочередного выполнения двух операций (обозначается секция цифрами 10.2).

Промежуточная секция (см. рис. 3.15, д) имеет три обратных клапана и применяется для совмещения двух технологических операций от одного потока рабочей жидкости при последовательном соединении гидродвигателей (обозначается цифрами 10.4).

Гидрораспределитель состоит из унифицированных секций: напорной, рабочих (в соответствии с количеством гидродвигателей), промежуточных и сливной.

Общий вид секционного гидрораспределителя ПУМ-500... представлен на рис. 3.16.

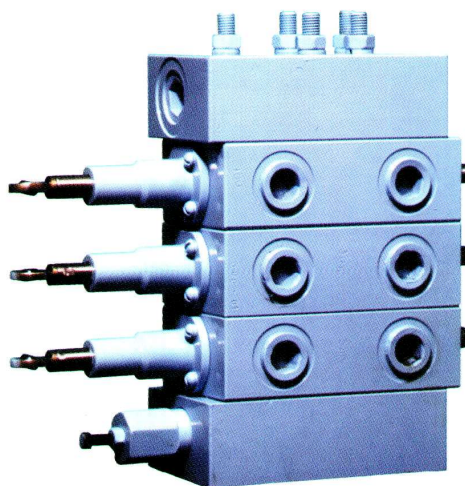


Рис. 3.16. Общий вид секционного гидрораспределителя ПУМ-500...

Гидрораспределитель моноблочный типа ГГ432Б (рис. 3.17) состоит из литого монолитного корпуса с рабочими отводами и подводами напора (Д) и слива (Т).

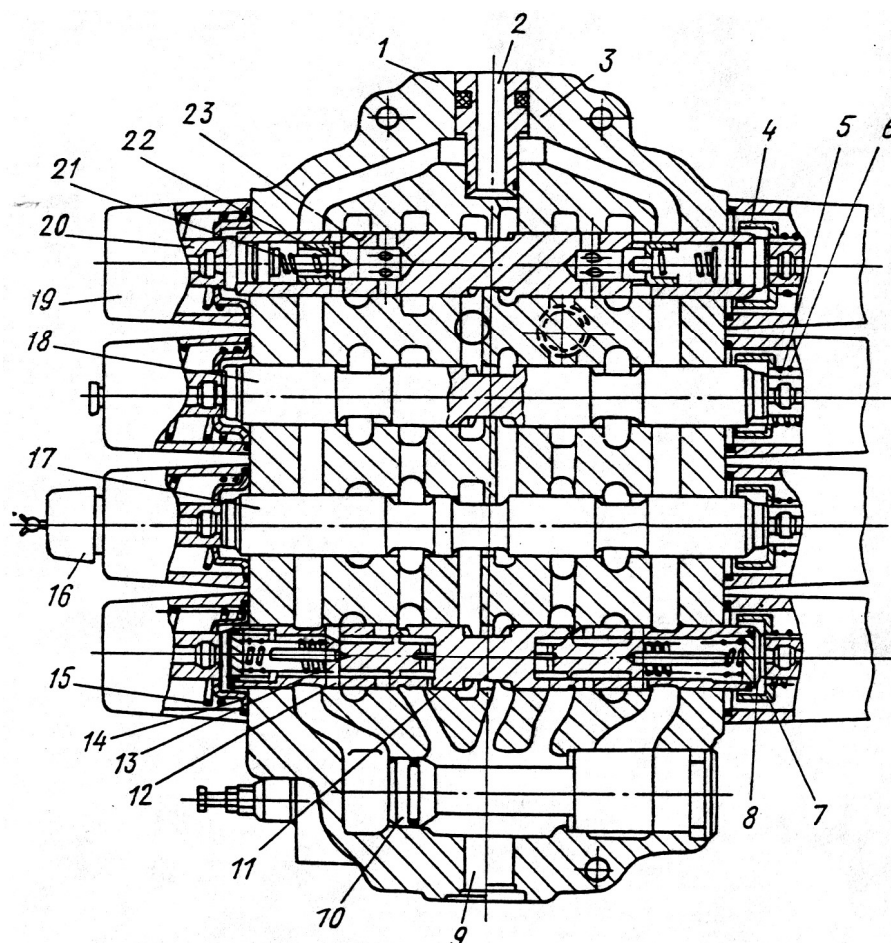


Рис. 3.17. Гидрораспределитель моноблочный ГГ432Б:

- 1 – корпус; 2 – сливной клапан (для переливного потока);  
 3 – сливной патрон (фланцевый); 4 – опора пружины (с проточкой);  
 5 – хвостовик пропорциональной пружины; 6 – пружина пропорциональная;  
 7 – опора пружины; 8 – палец; 9 – подвод от насоса; 10 – заглушка;  
 11 – золотник схемы; 12 – поршень; 13, 21 – пружина;  
 14 – опора возвратной пружины; 15 – пружина возвратная;  
 16 – ограничитель хода; 17 – золотник схемы 9; 18 – золотник схемы 5;  
 19 – крышка; 20 – хвостовик; 22 – клапан; 23 – золотник схемы 1

В корпусе размещены золотники, предохранительный клапан, сливной патрон. На хвостовике золотника установлены пропорциональные и возвратные пружины, удерживающие золотник в нейтральной позиции. Из нейтральной в рабочую позицию золотник перемещается под давлением управления, подводимом к крышкам золотника.

При перемещении золотника рабочие отводы поочередно соединяются с напорным или сливным каналом; переливной канал перекрывается, при этом площадь открытия переливного канала, определяющая величину потока, поступающего на слив, зависит от величины перемещения золотника, что в свою очередь определяется величиной давления управления.