

Если насос 8 не работает (отключен двигатель), то насос-дозатор 4 работает от усилия, прикладываемого механизатором, и подает жидкость в одну из полостей гидроцилиндра 7. При повороте рулевого колеса 5 вправо насос-дозатор 4, нагнетая жидкость, перемещает золотник влево, а затем через отверстия в золотнике нагнетает ее в штоковую полость гидроцилиндра 7, поршневая полость гидроцилиндра 7 соединяется со сливом, и насос-дозатор 4 всасывает жидкость из этой полости через обратный шариковый клапан. Излишек жидкости (по объему втянутого штока), вытесняемый из поршневой полости, идет в бак 1.

При повороте рулевого колеса 5 влево происходят аналогичные процессы, но недостающий объем жидкости (объем выдвинутого штока) будет поступать в насос-дозатор 4 из бака 1 через сливной трубопровод и обратный шариковый клапан гидрораспределителя 6.

Глава 3. АГРЕГАТЫ ГИДРОПРИВОДОВ

3.1. НАСОСЫ И ГИДРОДВИГАТЕЛИ

Насосы. В зависимости от характера процесса вытеснения рабочей жидкости насосы делятся, как уже отмечалось, на поршневые, пластинчатые и роторные.

Среди указанных типов наибольшее распространение в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении получили роторные шестеренные насосы.

Все шестеренные насосы имеют простую бесклапанную конструкцию с малым количеством вращающихся и трущихся деталей и небольшие габариты, а следовательно, малую удельную массу на единицу объема нагнетаемой жидкости за единицу времени. Промышленностью выпускаются следующие типы шестеренных насосов: НШ-Е, НШ-У, НШ-К, НМШ, двухсекционные и специальные. Шестеренные насосы гидросистем тракторов, сельскохозяйственных и дорожных машин по исполнению делят на три группы (табл. 4).

4. Классификация шестеренных насосов

Исполнение	Характеристика	
	Номинальное давление, МПа	Рабочий объем, см ³
2	14	10, 32, 50, 100
3	16	4, 6, 3, 10, 25, 32, 40, 50, 71, 100, 160, 250
4	20	4, 6, 3, 10, 25, 32, 40, 50, 71, 100, 160, 250

Примеры условного обозначения шестеренных насосов: НШ-32-3 — насос правого вращения, рабочий объем 32 см³, исполнение 3.

НШ-32-10-3Л — двухсекционный насос с рабочими объемами секций 32 и 10 см³, исполнение 3 с левым направлением вращения ведущего вала.

Среди шестеренных насосов наибольшее распространение получили круглые насосы.

Насосы типа НШ-К (см. рис. 3.10) (индекс НШ-К обозначает насос шестеренный круглый) состоят из корпуса 1, качающего узла, содержащего ведущую 2 и ведомую 3 шестерни, подшипниковую 6 и поджимную 9 обоймы и два пластика-замыкателя 5, резиновых манжетных уплотнений 15, круглого уплотнительного кольца 7, крышки насоса 4 и шести болтов 18 с пружинными шайбами.

Корпус 1 насоса отлит из алюминиевого сплава заодно с соединительным фланцем, в котором имеются посадочный центрирующий буртик и четыре отверстия *и* под крепежные болты. Внутри корпуса 1 выполнен цилиндрический колодец, в который помещен качающийся узел. В доньшке корпуса 1 расположено круглое отверстие для выхода приводного вала. С наружной стороны в это отверстие запрессована манжета 12 для уплотнения ведущего вала насоса, а с внутренней — центрирующая стальная втулка 11, выступающая внутрь корпуса 1. Центрирующая втулка 11 препятствует проворачиванию качающего узла во время работы и служит направляющей при сборе насоса.

На дне корпуса 1 и в привалочной плоскости крышки 4 выполнены гнезда для манжет 15, а также конические углубления, служащие для образования камер осевого поджима. Рабочая жидкость под давлением поступает в камеры осевого поджима из зоны высокого давления насоса через отверстие *п*.

На боковой поверхности корпуса 1 имеются две симметрично расположенные обработанные плоскости (*Н*) с четырьмя резьбовыми отверстиями на каждой, предназначенные для крепления присоединительной аппаратуры. Изнутри корпуса 1 в выточку выходного отверстия вмонтирована манжета радиального поджима 9, формирующая камеру давления, в которой создается усилие для поджима обоймы к зубьям шестерен. Поверх манжеты наложена металлическая опорная пластина 8 для перекрытия зазора между корпусом 1 и поджимной обоймой 10. По мере износа опорных поверхностей с помощью поджимной обоймы 10 компенсируется радиальный зазор между уплотняющей поверхностью и зубьями шестерен. Ширина шестерен всех типоразмеров насосов равна 20 мм, а разный геометрический объем достигается за счет различного числа зубьев и величины модуля при одном и том же диаметре шестерен.

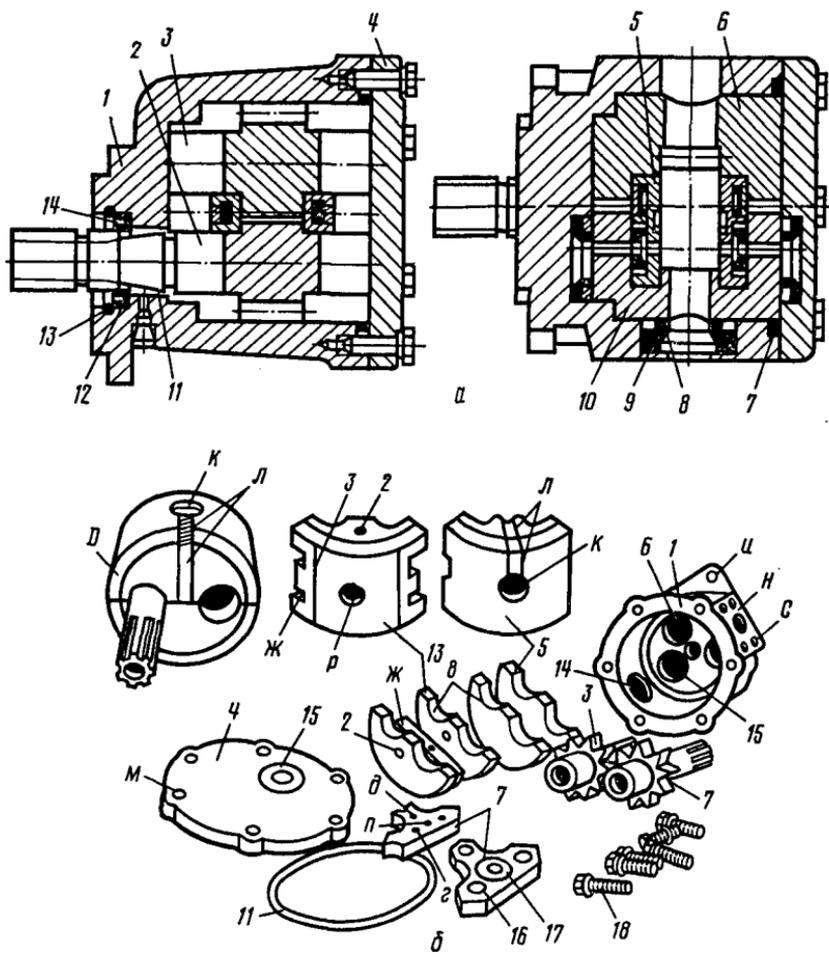


Рис. 3.10. Насос типа НШ-К:

а — в собранном виде; *б* — в разобранном виде; 1 — корпус; 2 — ведущая шестерня; 3 — ведомая шестерня; 4 — крышка насоса; 5 — пластики-замыкатели; 6 — подшипниковая обойма; 7 — уплотнительное кольцо крышки насоса; 8 — опорная пластина; 9 — манжета радиального поджима; 10 — поджимная обойма; 11 — центрирующая втулка; 12 — уплотнительные манжеты ведущего вала; 13 — опорное кольцо уплотнительной манжеты; 14 — пружинное кольцо; 15 — манжета диаметром 39 мм; 16 — манжета; 17 — манжета диаметром 29 мм; 18 — болты с пружинными шайбами; *а* — выточки под цапфы шестерен; *б* — отверстие диаметром 6 мм; *в* — расточка диаметром 6 мм и глубиной 2 мм; *е* — косые отверстия; *ж* — пазы под пластики-замыкатели; *з* — треугольные пазы; *и* — отверстия для креплений насоса; *к* — всасывающее отверстие (входное); *л* — канавка для отвода утечек; *м* — отверстия под болты 18; *н* — обработанные плоскости для крепления присоединительной арматуры; *о* — широкая фаска; *п* — отверстие диаметром 6 мм; *р* — нагнетательное отверстие; *с* — отверстие для крепления угольника (арматура).

Цапфы шестерен насоса вращаются в подшипниковой 6 и поджимной 10 обоймах, выполненных в виде полуцилиндров, снаружи которых на одном торце имеется широкая фаска (0), обращенная к дну насоса, а на другом торце — узкая фаска, обращенная к крышке. Каждая из обойм (подшипниковая и поджимная) выполнена так, что служит единой опорой для всех цапф шестерен. Подшипниковая обойма 6 изготовлена с наружным диаметром на 0,03 ... 0,05 мм больше диаметра цилиндрического колодца в корпусе 1 для создания жесткого упора между корпусом и крыльями (концами) обоймы с целью стабилизации межцентрового расстояния выточек под опоры шестерен.

В подшипниковой обойме 6 с внутренней стороны выполнены полукруглые выточки: меньшего диаметра (σ) — под цапфы шестерен, большего диаметра — под шестерни и в центре — проточка под торцы платиков 5. В средней части по длине подшипниковой обоймы 6 перпендикулярно к оси насоса расположено всасывающее или входное отверстие κ . На торце с широкой фаской и по образующей до всасывающего отверстия подшипниковой обоймы 6 выполнена прямоугольная канавка (λ) для отвода утечек из под сальниковой полости вала ведущей шестерни в полость всасывания насоса.

Поджимная обойма 10 имеет внутри полукруглые выточки (σ) под цапфы, выточки под шестерни и два параллельных паза (ж) для установки торцевых платиков 5.

В средней части торца поджимной обоймы 10 параллельно оси насоса просверлено отверстие (ε), служащее для подвода рабочей жидкости к манжетам 15, расположенным на дне корпуса и крышке, с целью осевого поджима платиков 5 к торцам шестерен. По длине средней части поджимной обоймы 10 выполнено отверстие (ρ) для нагнетания рабочей жидкости, размер которого меньше, чем впускного. С наружной стороны на поджимной обойме 10 вдоль образующих расположены два треугольных узких паза 3, предназначенных для отвода рабочей жидкости в случае разрушения манжеты радиального уплотнения 9.

Наружный диаметр поджимной обоймы 10 выполнен на 0,2 ... 0,3 мм меньше диаметра колодца под качающий узел в корпусе 1 насоса для осуществления компенсации радиальных зазоров между уплотняющей поверхностью обоймы и зубьями шестерен за счет радиального поджима давлением рабочей жидкости.

Уплотнение торцов шестерен насоса осуществляется двумя платиками 5, которые поджимаются усилием жидкости, находящейся в камерах давления, ограниченных манжетами 15 осевого поджима. Осевое усилие, создаваемое рабочей жидкостью в камерах корпуса и крышки, ограниченных манжетами 15, равно-

вешивается осевыми усилиями, создаваемыми давлением жидкости камер платиков 5, ограниченных манжетами 17.

Пластики 5 представляют собой пластинки одинакового размера с круговыми вырезами. Две кольцевые вырезки в пластике 5 выполнены так, что диаметр каждой из них больше диаметров шестерен на 0,05 ... 0,08 мм.

В каждом пластике 5 с одной стороны выполнены четыре цилиндрические расточки. В эти расточки вмонтированы резиновые манжеты (три глухие и одна большая с отверстием n в центре). С противоположной стороны платика 7 выполнены три косых отверстия (e) и одно перпендикулярное к его плоскости для подвода рабочей жидкости под манжеты 16 с целью поджима платиков 5 к торцам шестерен.

Центральная малая расточка (d), выполненная над косым отверстием, предназначена для разгрузки защемленного объема жидкости межзубового пространства.

Пластики 5 вставляют в поджимную обойму 10 так, чтобы манжеты располагались наружу по отношению к торцам шестерен.

С внутренней стороны крышки имеется углубление, закрытое манжетой 15 и металлическим кольцом. Кольцо и манжета расположены в одной плоскости с крышкой. Крышку соединяют с корпусом 1 насоса шестью болтами 18 с пружинными шайбами. Разъем корпус-крышка уплотняют круглым резиновым кольцом 11.

Насос может иметь правое вращение, если его приводной вал вращается по часовой стрелке (смотреть в торец насоса со стороны донышка), и левое — при вращении вала в обратном направлении.

Зона высокого давления в насосах небольшого объема ограничена в осевом направлении пластиками 5 и в радиальном — поджимной обоймой 10. В центральной части этой обоймы выполнены два сегмента с точно обработанной поверхностью, прилегающей к шестерням и охватывающей вокруг каждой шестерни дугу, равную примерно 1,5 шага зубьев. Эти дуговые поверхности ограничивают зону высокого давления.

Осевой поджим создает рабочая жидкость, которая поступает из камеры нагнетания насоса по косым сверлениям (e) в пластиках 5 к осевому отверстию (n).

Жидкость, поступающая по косым отверстиям (e) платиков 5, ограниченных манжетами 16, поджимает их к торцам шестерен, а жидкость, поступающая через осевое отверстие (n), создает в камерах корпуса и крышки, ограниченных манжетами 15, осевое усилие, уравнивающее поджимную обойму 10, на которую действует давление, передаваемое из камер платиков 5 через манжету 17.

Жидкость, поступающая в нагнетательную магистраль, давит на уплотнительную манжету 9, опорную пластину 8 и тем самым осуществляет радиальный поджим поджимной обоймы 10, которая по мере износа опорных поверхностей компенсирует радиальный зазор между своей уплотняющей поверхностью и зубьями шестерен.

В межзубовом пространстве со стороны нагнетания создаются запертые объемы жидкости, которые находятся под давлением, превосходящим рабочее.

Для разгрузки насоса в платиках 5 выполнены косые отверстия (д) с расточкой, по которым жидкость из запертого объема отводится в зону высокого давления.

Все утечки рабочей жидкости в насосе уходят через зазор между подшипниковой 6 и поджимной 10 обоймами, а затем по пазу (л) подшипниковой обоймы 6 поступают на всасывание.

Благодаря принципиально новым конструкторским решениям насосы НШ-К выгодно отличаются от насосов типа НШ: во-первых, насос имеет автоматическую компенсацию радиальных и торцевых зазоров, благодаря чему увеличен ресурс; во-вторых, конструкция насоса допускает возможность секционирования, а следовательно, расширенную область его использования; и, наконец, насос имеет меньшее количество деталей и более простую конструкцию уплотнений, а следовательно, и большую надежность.

Двухсекционные насосы выпускаются двух типов: НШ-32-10-2 с объемом секций 32 и 10 см³ и НШ-10-10-2 с объемом секций 10 см³. Они предназначены для одновременного нагнетания рабочей жидкости двумя самостоятельными потоками для двух разных потребителей.

Каждый двухсекционный насос состоит из двух самостоятельных насосов, которые размещены в сопряженных корпусах и приводятся в действие от одного вала, но имеют самостоятельные всасывающие и нагнетательные трубопроводы.

Преимущества этих насосов заключаются в сокращении однородного привода, снижении удельной металлоемкости, более удобном техническом обслуживании и др. Недостатки конструкции состоят в излишних энергетических затратах и в износе соединений одной из секций насоса при отсутствии необходимости в потреблении жидкости одним из потребителей. При отказе одной секции насоса необходимо ремонтировать обе секции.

Насосы типа НМШ предназначены для создания и поддержания циркуляции рабочей жидкости в гидравлических системах трансмиссий тракторов и сложных сельскохозяйственных машин для переключения передач, включения и выключения вала отбора мощности. Насосы этого типа постоянно включены в работу.

Марка насоса обозначает: Н — насос, М — малого давления, Ш — шестеренный. Цифры указывают рабочий объем насоса в см³.

Насосы этого типа условно делят по рабочему давлению на следующие группы: низкого давления — до 2,5 МПа; среднего давления — от 2,5 до 8 МПа и высокого давления — от 8 до 25 МПа.

Особенность насосов НМШ в том, что они имеют привалочную плоскость, через которую выведен хвостовик ведущего вала насоса. В этой плоскости расположены всасывающие и нагнетательные отверстия. Следовательно, эти насосы самостоятельно не применяют. Выпускаются насосы НМШ-25-Р, НМШ-25, НМШ-50, НМШ-80-1, НМШ-125 и насос гидросистемы коробки передач трактора К-701.

Гидродвигатели. Гидромоторы и гидроцилиндры в тракторном и сельскохозяйственном машиностроении используют как унифицированные, так и специального назначения.

Наибольшее применение нашли шестеренные, аксиально-поршневые и планетарные гидромоторы.

Шестеренные гидромоторы. Выпускаются гидромоторы типа МНШ-46У и МНШ-32У, созданные на базе круглых насосов типа НШ-К.

Устройство шестеренных гидромоторов такое же, как и насосов, за исключением некоторых конструктивных особенностей.

Конструкция гидромоторов типа МНШ внешне отличается от унифицированных с ними насосов только лишь тем, что в их доннышке выполнено коническое резьбовое отверстие для присоединения дренажной гидролинии, давление в которой, во избежание выбивания уплотнительной манжеты, не должно превышать 0,05 МПа.

Аксиально-поршневые гидромоторы в значительной мере лишены недостатков шестеренных. Эти гидромоторы наиболее широко используются в общем машиностроении. В сельскохозяйственных машинах они применяются в приводах ведущих колес самоходных агрегатов (например, свеклоуборочных комбайнов КС-6). Перспективно их применение в кукурузоуборочных, картофелеуборочных и зерноуборочных комбайнах. Жесткая характеристика таких гидромоторов, возможность получения малой частоты вращения, что позволяет исключить металлоемкие механические редукторы, обуславливают возможность использования их для приводов средненагруженных активных рабочих органов сельскохозяйственных машин.

В тракторном и сельскохозяйственном машиностроении используются следующие марки аксиально-поршневых гидромоторов: НПА-64, 210, 20Б и 25Б.

При использовании аксиально-поршневых гидромоторов необходимо учитывать, что они значительно дороже шестеренных (в 5 ... 7 раз), требуют повышенной чистоты рабочей жидкости и применения более дорогих сортов масел. В связи с наличием в сельскохозяйственных машинах значительного количества рабочих органов, имеющих среднюю и низкую частоту вращения ($0,5 \dots 6 \text{ с}^{-1}$) и приводной момент в пределах $50 \dots 300 \text{ Н} \cdot \text{м}$, приходится применять более сложные и дорогие планетарные гидромоторы.

Планетарно-роторные гидромоторы. Самый распространенный среди отечественных планетарных гидромашин — это гидромотор ИРТ-14.200 (см. рис. 3.11). Его конструктивное исполнение отличается от гидровращателя ГВТ-6300 наличием выходного вала, его концентричным вращением относительно корпуса гидромотора, распределением рабочей жидкости, осуществляемым золотниковым устройством плоского типа. Основной узел гидромотора — силовой блок, состоящий из вала, распределителя шестерни, ротора с роликами и щеки. Шпонка связывает распределитель и шестерню в единый узел. Осевое фиксирование этих деталей (шестерни и распределителя) осуществляется затяжкой щеки, которая связана с валом резьбовым соединением. Такое положение щеки фиксируется штифтом 4. Высота ротора и роликов меньше высоты шестерни, поэтому ротор (с роликом) может вращаться вокруг шестерни без заеданий.

Силовой блок с помощью шарикоподшипников 5 и 10 устанавливается в корпусе. Причем компенсация планетарного движения ротора осуществляется с помощью внутреннего зубчатого зацепления, образованного охватываемой (наружной) поверхностью ротора и охватывающей (внутренней) поверхностью корпуса. Осевое перемещение силового блока ограничивается передней 3 и задней 8 крышками. В задней крышке 8 установлен золотник, который своими проточками соединен с полостями 11 и 14 подвода (отвода) рабочей жидкости. Поджатие золотника к распределителю в момент пуска (отсутствие давления в рабочих полостях) осуществляется пружиной. С задней крышкой 8 золотник связан штифтом 13. Крепление крышек гидромотора с помощью стопоров 22 и штифта 13 позволяет произвести установку фазы распределения путем поворота крышек относительно корпуса. После установки фазы распределения, крышки фиксируются стопором 16. Уплотнители 1 и 2 служат для предотвращения утечек по валу.

Как все роторные гидромашин, гидромотор ИРТ-14.200 реверсивный. Изменение направления вращения выходного вала гидромотора осуществляется изменением направления движения рабочей жидкости.

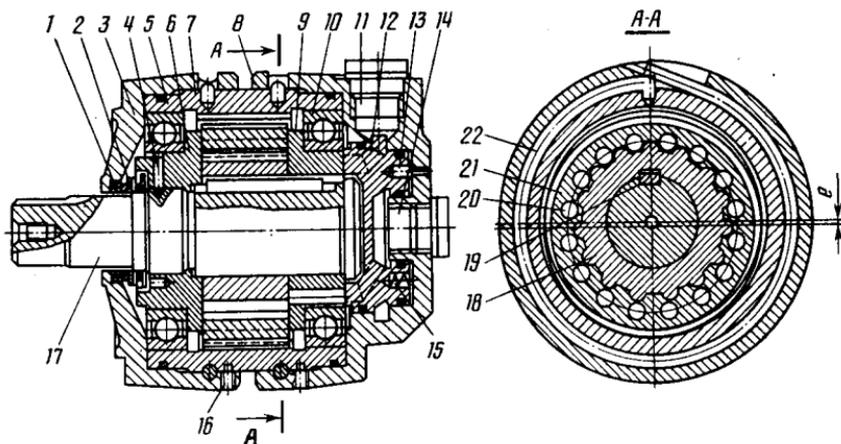


Рис. 3.11. Планетарно-роторный гидромотор ИТР-14.200:

1 и 2 — уплотнители; 3 и 8 — крышки; 4 и 13 — штифты; 5 и 10 — шарикоподшипники; 6 — щека; 7 — корпус; 9 — распределитель; 11 и 14 — полости; 12 — золотник; 15 — пружина; 16 и 22 — стопоры; 17 — вал; 18 — шестерня; 19 — шпонка; 20 — ролики; 21 — ротор.

Рассмотренная конструкция гидромотора была принята за основу при создании унифицированного ряда планетарно-роторных гидромоторов.

Одно из преимуществ этого типа гидромоторов — сравнительно низкая металлоемкость. Например, удельная масса планетарных гидромоторов на единицу рабочего объема составляет $7,5 \cdot 10^{-6}$ кг/л (у лучших плунжерных гидромашин — $1,2 \cdot 10^{-4}$ кг/л).

Гидроцилиндры выпускают в трех исполнениях, обозначенных цифрами 2, 3, 4 (табл. 5).

5. Классификация поршневых гидроцилиндров

Исполнение	Характеристика	
	Номинальное давление, МПа	Внутренний диаметр гидроцилиндра, мм
2	14, 20, 25	55, 75, 90, 100, 110
3	14, 20, 25	50, 60, 63, 80, 100, 110
4	14, 20, 25	63, 80 и 100

Пример условного обозначения гидроцилиндра: Ц-80-200-4; цифра 80 обозначает диаметр поршня; 200 — ход поршня, а 4 — исполнение.

3.2. ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

Гидрораспределители золотникового типа — наиболее распространенные устройства коммутации потоков жидкости в гидроприводах сельскохозяйственных машин и тракторов.

Их преимущества по сравнению с гидрораспределителями кранового типа заключаются в том, что золотник разгружен от давления жидкости, поток жидкости можно поочередно подавать к нескольким потребителям, и в том, что гидрораспределители этого типа малочувствительны к загрязнению рабочей жидкости.

Промышленностью освоен выпуск следующих конструкций, клапанно-золотниковых гидрораспределителей моноблочного типа: Р-80-2-1-44, Р-80-2-2-44, Р-80-2-1-222, Р-80-2-1-22, Р-80-2-1-444, Р-80-2-2-444, Р-80-2-3-444, Р-160-2-1-222-20, Р-160-2-1-111-10, Р-160-2-1-222-30 и Р-160-2-1-111-20.

Структура условного обозначения гидрораспределителей: Р — распределитель; 80 — номинальный поток, л/мин; 2 — исполнение по давлению; 1 — исполнение по конструкции; 4 — тип и количество золотников или рабочих секций в порядке от переливного клапана.

Гидрораспределители типа Р-80 выпускаются в двух исполнениях по давлению: с номинальным давлением 14 и 16 МПа с настройкой предохранительного клапана соответственно на давление 17,5 и 20 МПа.

Устройство и принцип работы гидрораспределителя типа Р-80 показаны на рисунке 3.12.

В корпусе 4 размещены два или три золотника 3, управляющих независимо один от другого двумя или тремя гидродвигателями, и клапанное устройство, обеспечивающее разгрузку гидросистемы и ограничение давления рабочей жидкости.

Корпус гидрораспределителя снабжен отверстиями для присоединения гидролиний, идущих от насоса к гидродвигателям и баку гидросистемы.

Применяемые в гидрораспределителе золотники могут устанавливаться в зависимости от типа в следующие позиции: золотники типа 1, 2 и 3 — «Подъем» (а), «Нейтральная» (в), «Опускание принудительное» (с) и «Плавающая» (д); золотник типа 4 — в те же, кроме позиции «Плавающая».

При установке всех золотников в позицию «Нейтральная» гидролинии, ведущие к гидродвигателям, перекрываются, а вся нагнетаемая в гидрораспределитель рабочая жидкость проходит через переливной клапан 12 на слив в бак гидросистемы.

При установке золотника в позицию «Плавающая» обеспечивается возможность свободного перемещения рабочего органа гидродвигателя под действием внешних сил (например, силы тяжести).

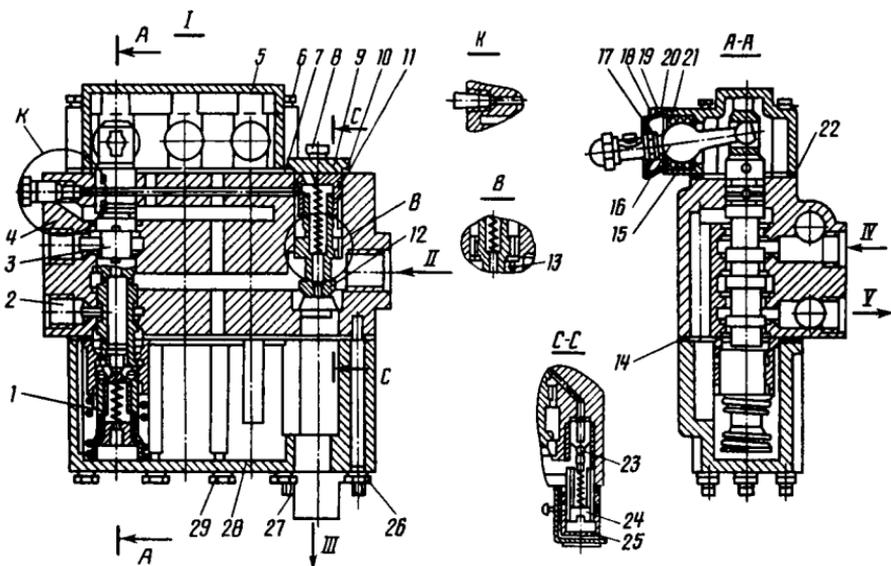


Рис. 3.12. Гидрораспределитель клапанно-золотниковый типа Р-80:

1 — пружина; 2 — механизм автовозврата; 3 — золотник; 4 — корпус; 5 — крышка; 6, 8 и 18 — болты; 7, 11 и 15 — кольца; 9 — упор; 10 — направляющая; 12 — клапан переливной; 13 — клапан стержневой; 14 и 22 — прокладки; 16 — рычаг; 17 — пыльник; 19 — пластина пыльника; 20 — пластина колец; 21 — вкладыш; 23 — клапан предохранительный; 24 — винт регулировочный; 25 — колпачок; 26 и 29 — гайки; 27 — фланец; 28 — крышка нижняя; I — «нейтральная» позиция золотника; II — от насоса; III — слив в бак; IV — из цилиндра; V — в цилиндр

В позиции «Подъем» золотники типа 1 и 4 удерживаются вручную усилием, приложенным к рычагу управления; золотники типа 2 и 3 — шариковым фиксатором.

В позиции «Опускание принудительное» золотник типа 2 удерживается шариковым фиксатором, золотники остальных типов — вручную.

В позиции «Плавающая» золотники типа 1, 2 и 3 удерживаются шариковым фиксатором.

Возврат золотника из рабочей позиции в позицию «Нейтральная» осуществляется пружиной 1.

Из позиции «Плавающая» золотники типа 1, 2 и 3 возвращаются автоматически после отжатия фиксатора вручную небольшим перемещением рукоятки управления в направлении позиции «Нейтральная».

Из позиции «Подъем» золотники типа 1 и 4 возвращаются после снятия руки с рукоятки управления, золотники типа 2 и 3 — вручную или автоматически при давлении в гидрелинии, соответствующем давлению настройки предохранительного клапана 23.

Из позиции «Опускание принудительное» золотник типа 2 возвращается вручную или автоматически при достижении в гидролинии давления не более 3 МПа, типа 1, 2 и 4 — после снятия руки с рукоятки управления.

Клапанное устройство состоит из предохранительного и переливного клапанов. Переливной клапан предназначен для перепуска рабочей жидкости на слив при нахождении всех золотников в позиции «Нейтральная» или «Плавающая». Когда какой-либо золотник оказывается задержанным в позиции «Подъем» или «Опускание принудительное», возрастающее давление в гидролинии приводит к открытию предохранительного и, вследствие этого, переливного клапана.

В гидрораспределителе, предназначенном для работы в гидросистеме, содержащей регулятор глубины обработки почвы, в переливном клапане имеется дополнительный стержневой клапан 13.

В гидрораспределителях 4-го исполнения по конструкции линия управления переливным клапаном не соединена внутри корпуса с полостью слива (сеч. К).

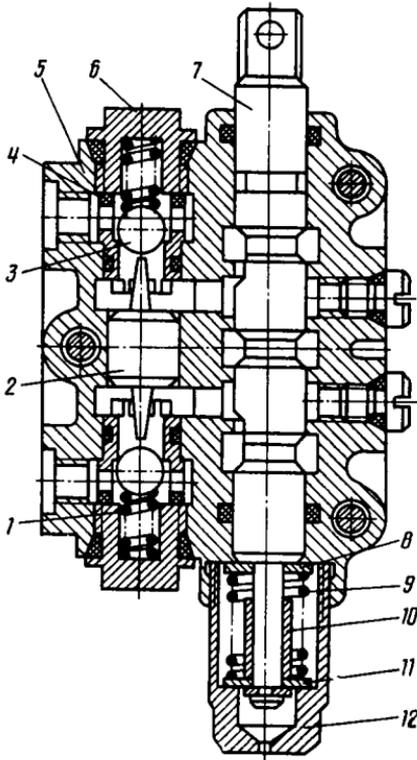
Гидрораспределитель четвертого исполнения золотников Р-80-2-2-444 входит в распределительное устройство Р-80-П6-ПГ, которое состоит из двух гидрораспределителей: Р-80-2-2-444 и Р-80-2-3-444. Устройство служит для распределения потока рабочей жидкости в гидравлических навесных системах грейферных погрузчиков, где количество исполнительных механизмов более 3.

В связи с большим количеством гидроагрегатов, устанавливаемых на таких сельскохозяйственных машинах, как самоходные зерноуборочные и свеклоуборочные комбайны, для их управления применяют многосекционные гидрораспределители типа ГА-34000В и односекционные типа ГА-47000В.

Гидрораспределитель ГА-34000В в зависимости от количества потребителей изготавливают пяти-, шести или семисекционным. В семисекционном гидрораспределителе применяют рабочие секции двух типов: с запорными клапанами или без них (см. рис. 3.13).

В корпусе 5 секции находится золотник 7, устанавливаемый в нейтральное положение под действием пружины 9, опирающейся торцами на шайбы 8 и 11. Шайбы при нейтральном положении золотника 7 усилием пружины прижимаются к торцевым поверхностям расточек корпуса и стакана 12. При перемещении золотника 7 вверх или вниз одна из шайб касается торца расточки корпуса 5 или торца расточки стакана 12, а вторая шайба, перемещаясь совместно с золотником 7, сжимает пружину 9. Ход золотника 7 ограничен дистанционной втулкой 10.

Рис. 3.13. Секция гидрораспределителя ГА-34000В:



1 и 9 — пружина; 2 — поршень; 3 — шарик; 4 — втулка; 5 — корпус; 6 — пробка; 7 — золотник; 8 и 11 — шайбы; 10 — втулка дистанционная; 12 — стакан

Обратные клапаны размещены в расточке корпуса 5 рабочей секции параллельно оси золотника 7. Клапаны состоят из втулок 4 с установленными в них шариками 3, которые прижимаются пружинами 1 к гнездам втулок 4. Пружины 1 сжимаются пробками 6, которые даже при полном завинчивании не доходят до торцов втулки 4. Между втулками 4 размещен поршень 2 с двумя толкателями.

Отверстие под золотник 7 имеет пять кольцевых расточек. Через крайние расточки проходят сквозные сливные отверстия, а через центральную расточку — нагнетательный канал. Две средние расточки соединены отверстиями с полостями под поршнем 2.

При перемещении золотника 7 гидрораспределителя, например, вверх, нагнетательный канал соединяется с расточкой, связанной с областью, расположенной под поршнем 2. Под действием давления жидкости открывается верхний запорный клапан и жидкость поступает в магистраль, идущую к потребителю. Одновременно с открытием верхнего клапана поршень 2 под действием давления перемещается вниз и своим толкателем смещает нижний запорный клапан, открывая путь жидкости, идущей на слив с нагнетательной полости гидродвигателя.

Наряду с указанными ранее типами гидрораспределителей на сельскохозяйственных машинах, например на комбайнах «Нива» и «Колос», применяют гидрораспределители кранового типа.

Основное преимущество гидрораспределителей кранового типа — простота их конструкции и надежность в эксплуатации. Однако из-за бокового прижима золотника область их применения ограничена гидроприводами, работающими при низких давлениях.

Поддержание заданных режимов работы гидропривода осуществляется за счет применения клапанов, дроссельных устройств, гидроаккумуляторов и другой гидроаппаратуры.

3.3. КЛАПАНЫ

Клапаны бывают обратные, предохранительные, редукционные и переливные (перепускные).

Обратные клапаны предназначены для пропуска рабочей жидкости в одном направлении и перекрытия ее движения в обратном направлении. Применяют обратные клапаны с шариковыми и коническими запорными элементами. На корпусах обратных клапанов наносят стрелку, указывающую направление движения рабочей жидкости.

В гидроприводах ряда сельскохозяйственных машин (погрузчики и др.) нашли применение специальные конструкции обратных клапанов, которые получили название *гидрозамков*. Гидрозамки применяют в тех случаях, когда необходима точная фиксация рабочего органа в промежуточном положении путем остановки гидродвигателя и исключения его обратного движения под нагрузкой. В корпусе 1 (см. рис. 3.14) гидрозамка размещены два обратных клапана 2 и 6, между которыми помещен плавающий поршень 4. Рабочая жидкость поступает в корпус 1 через каналы 3 и 5, а из корпуса к гидродвигателю — через каналы 7 и 8. При подводе рабочей жидкости к каналу 3 открывается левый обратный клапан 2 и рабочая жидкость через канал 8 поступает в гидродвигатель. Одновременно поршень 4 под давлением рабочей жидкости смещается вправо и открывает обратный клапан 6, обеспечивая проход отводимой рабочей жидкости через каналы 7 и 5 к гидрораспределителю. При подаче рабочей жидкости в канал 5 гидрозамок срабатывает аналогично, но в обратном направлении. В случае, если циркуляция в рабочей жидкости не проходит, обратные клапаны 2 и 6 запирают рабочую жидкость в гидродвигателе, фиксируя его положение.

Предохранительные клапаны предназначены для защиты гидроприводов от перегрузок путем ограничения максимального давления. Предохранительный клапан должен срабатывать быстро и обладать высокой пропускной способностью. Простейший предохра-

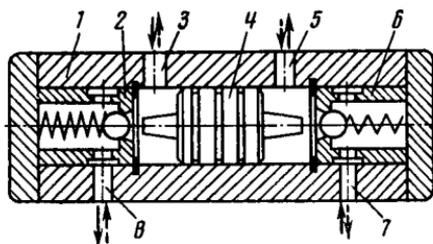


Рис. 3.14. Гидрозамок:

1 — корпус; 2 и 6 — обратные клапаны; 3, 5, 7 и 8 — каналы; 4 — поршень

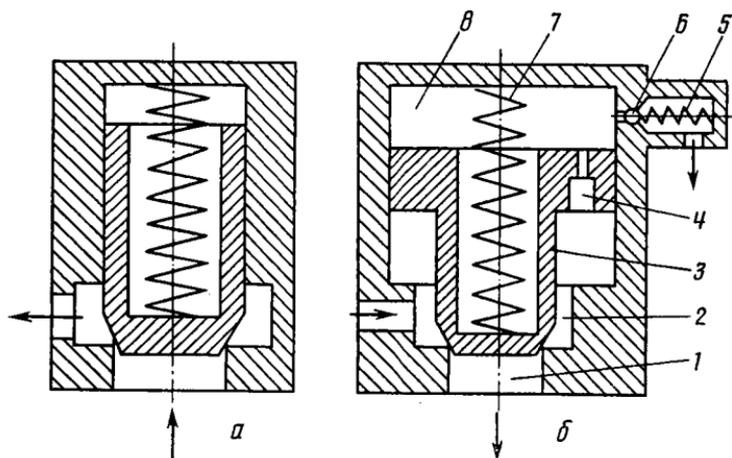


Рис. 3.15. Предохранительный клапан:

a — прямого действия; *б* — с серводействием: 1, 2 и 8 — полости клапана; 3 — клапан; 4 — дроссельное отверстие; 5 и 7 — пружины; 6 — шариковый клапан.

тельный клапан (см. рис. 3.15, *a*) состоит из шарика (или плунжера), нагруженного пружиной, регулируемой на определенное давление. Однако в гидроприводах с большими расходами рабочей жидкости такие клапаны не применяются, так как для удержания клапана больших размеров требуются мощные пружины, не обладающие необходимой чувствительностью. В этих случаях применяют предохранительные клапаны с серводействием (см. рис. 3.15, *б*). В таком клапане полость 2 сообщена с нагнетательной, а полость 1 — со сливной магистралью. Дроссельное отверстие 4 сообщает полость 2 с надклапанной полостью 8. При давлении в гидроприводе ниже допускаемого, в полостях 2 и 8 давление одинаково и клапан 3 прижат к седлу, так как площадь клапана в полости 8 больше, чем в полости 2, и, кроме того, клапан прижат пружиной 7. При повышении давления в гидроприводе выше допустимого вспомогательный шариковый клапан 6, преодолевая усилие пружины 5, отжимается, в результате чего часть рабочей жидкости из полости 8 отводится в сливную магистраль. Дроссельное отверстие 4 не позволяет быстро восстановить давление в полости 8, поэтому давление под клапаном в полости 2 становится больше и он поднимается, пропуская рабочую жидкость в полость 1, сообщенную с баком.

Открытие предохранительного клапана произойдет тогда, когда давление достигнет допускаемого значения и закроется клапан 6, давление в полостях 2 и 8 сравняется и клапан 3 опустится на седло, перекрывая слив жидкости в полость 1.

Переливные клапаны предназначены для поддержания заданного давления в напорной магистрали путем непрерывного перепуска рабочей жидкости на слив. Кроме того, функциональное назначение переливных клапанов состоит в своевременной разгрузке насоса при завершении рабочего цикла и перепуске рабочей жидкости из напорной магистрали в сливную при нейтральном положении золотника распределительного устройства. Нередко перепускные клапаны при наличии устройств, регулирующих расход в зоне управления, используют как регуляторы скорости перемещения рабочих органов или регуляторы давления. По конструкции переливные клапаны бывают шариковые, конусные, плунжерные и др. С точки зрения надежности в гидроприводах с тяжелыми режимами эксплуатации предпочтение следует отдавать плунжерным переливным клапанам, которые по долговечности превосходят все остальные.

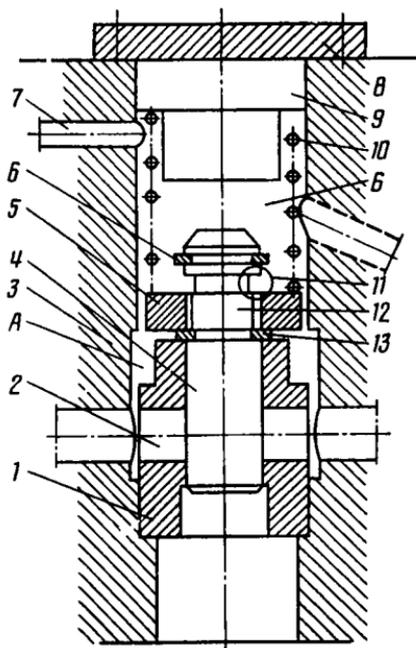


Рис. 3.16. Переливной клапан плунжерного типа:

1 — корпус клапана; 2 — напорная магистраль; 3 — корпус; 4 — плунжер; 5 — поршень; 6 и 13 — упоры; 7 — канал управления; 8 и 9 — крышки; 10 — пружина; 11 — выточка; 12 — канал управления.

Устройство переливного клапана плунжерного типа (а. с. СССР № 1315704) показано на рисунке 3.16.

В корпусе 1 клапана установлены запорный орган, выполненный в виде плунжера 4 и поршень 5. Причем поршень 5 установлен на плунжере 4 с возможностью ограниченного упора 6 и 13 перемещения относительно корпуса 3.

Полость B над поршнем 5 сообщена с каналом управления 7, а полость A под поршнем 5 сообщена с напорной магистралью 2. В плунжере 4 клапана выполнен канал 12, сообщающий полости A и B, причем поршень 5 установлен с возможностью прикрытия канала 12 в крайнем верхнем положении поршня 5.

При сообщении полости B каналом управления со сливом в полостях A и B возникает перепад давления, под действием которого поршень 5 перемещается вверх, преодолевая сопротивление пружины 10, и, воздействуя на упор 6, перемещает плунжер

4 в сторону открытия клапана. При этом открытие клапана происходит под действием максимального перепада давления, определяемого величиной сопротивления только кольцевого зазора между поршнем 5 и корпусом, так как канал 12, сообщающий полости Б и А во время открытия клапана, перекрыт поршнем 5. При закрытии канала управления перепад давления уменьшается и поршень 5 под воздействием пружины 10 начинает перемещаться вниз, открывая канал 12, что способствует более быстрому выравниванию давления в полостях Б и А и тем самым более ускоренному перемещению поршня 5 и запорного органа до момента полного закрытия клапана. Конструкция описанного переливного клапана обеспечивает выполнение заданных функций в широком диапазоне температуры и расходов рабочей жидкости.

3.4. ДРОССЕЛИ И СИНХРОНИЗАТОРЫ

Дроссели. Дроссельные устройства применяют для регулирования скорости гидродвигателей и представляют собой гидравлические сопротивления с постоянным или регулируемым проходным сечением. По форме рабочих элементов различают игольчатые, щелевые и канавочные, винтовые и пластинчатые.

В игольчатом дросселе (см. рис. 3.17, а) проходное сечение изменяют, перемещая иглу вдоль оси.

В винтовом дросселе (см. рис. 3.17, б) на боковой поверхности иглы или плунжера выполнена винтовая нарезка. Сопротив-

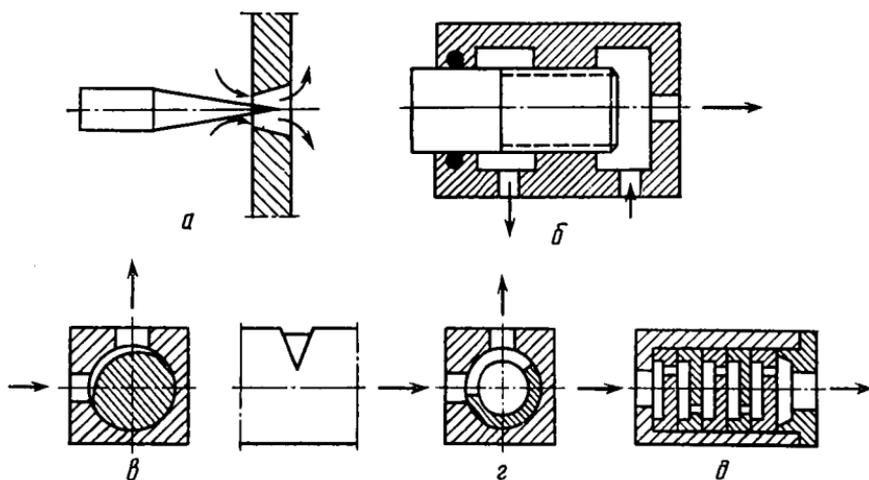


Рис. 3.17. Дроссели:

а — игольчатый; б — винтовой; в — канавочный; г — щелевой; д — пластинчатый

ление винтового дросселя зависит от длины нарезки, поэтому проходное сечение дросселей этого типа меняют, ввертывая или вывертывая иглу.

В канавочных (см. рис. 3.17, в) и щелевых (см. рис. 3.17 г) дросселях на боковой поверхности плунжера сделаны треугольные или прямоугольные канавки. Поворачивая плунжер относительно корпуса, можно регулировать проходное сечение дросселя.

Примером дросселя постоянного сечения может служить пластинчатый дроссель (см. рис. 3.17, д), состоящий из набора пластин с отверстиями, разделенными тонкими металлическими кольцами. Сопротивление его зависит от размера и количества отверстий в пластинах и общей длины набора пластин.

Потери напора в дросселях при данном перепаде давления зависят от скорости потока и от силы трения, а следовательно, и от вязкости рабочей жидкости.

Расход жидкости через дроссель прямо пропорционален перепаду давления, а так как перепад давления в дросселе зависит от нагрузки, преодолеваемой гидродвигателем, то при переменной нагрузке изменяется и скорость выходного звена гидродвигателя.

Для поддержания необходимой скорости гидродвигателя при изменяющейся нагрузке применяют регуляторы потока. В состав регуляторов, кроме дросселей, входят клапаны, обеспечивающие постоянный перепад давления на дросселе.

Синхронизаторы. В ряде сельскохозяйственных машин для выполнения заданного технологического процесса необходима синхронная работа всех параллельно подключенных гидродвигателей. Схемы синхронизации гидродвигателей создаются на базе дроссельных или объемных делителей и сумматоров потока, которые с помощью автоматических регуляторов поддерживают равные расходы рабочей жидкости в параллельных потоках (при их разделении или слиянии) независимо от нагрузки.

Принцип действия дроссельного делителя потока заключается в следующем. Рабочая жидкость от насоса поступает в делитель через канал 2 (см. рис. 3.18, а) и затем через дроссели 1 и 3 по каналам 5 и 6 проходит к потребителям, обтекая плавающий поршень 4. Если оба потребителя нагружены одинаково, давление в их подводных магистральных равно и через каналы 5 и 6 протекают равные количества жидкости. При неодинаковой нагрузке потребителей давление в одной из камер делителя, например левой, возрастает, а следовательно, уменьшается перепад давления на дросселе 1. В результате этого большая часть жидкости стремится пройти через дроссель 3. Однако благодаря возросшему давлению в левой камере поршень 4 передвигается вправо и частично перекрывает канал 5. В этом положении

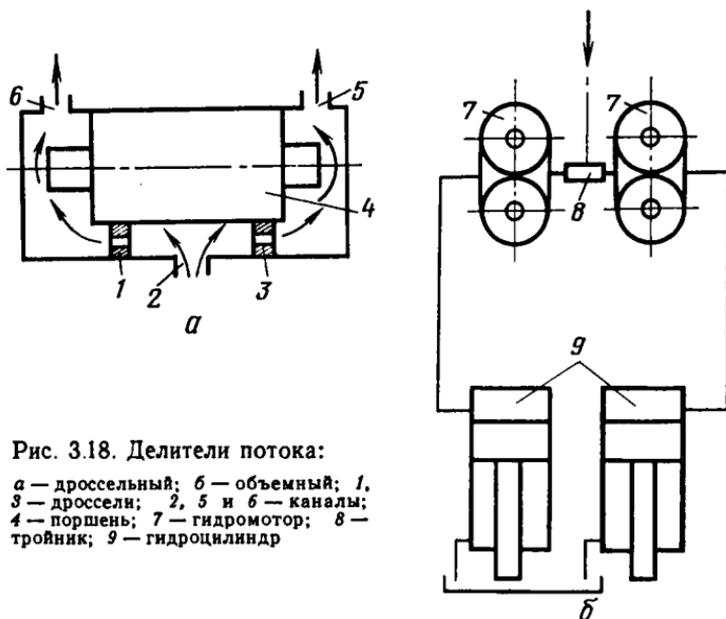


Рис. 3.18. Делители потока:

a — дроссельный; *б* — объемный; 1, 3 — дроссели; 2, 5 и 6 — каналы; 4 — поршень; 7 — гидромотор; 8 — тройник; 9 — гидроцилиндр

поршень 4 будет находиться до тех пор, пока давление в камерах не уравнивается, а количество жидкости, поступающей к потребителям, не станет одинаковым.

Недостаток дроссельных делителей потока — неизбежные потери напора в дросселях, а также то, что они рассчитаны на обслуживание не более двух потребителей. В этой связи их применяют лишь в передачах с относительно небольшими расходами жидкости.

Объемный делитель потока (см. рис. 3.18, б) представляет собой два или более гидромоторов 7, чаще всего шестеренных, собранных в один блок, так, что их ведущие шестерни жестко укреплены на одном общем валу, а ведомые шестерни свободно вращаются на общей оси. Рабочая жидкость из насоса подается к тройнику 8, откуда она поступает к гидромоторам 7, приводя их во вращение.

Благодаря жесткой кинематической связи все шестерни вращаются с одинаковой частотой, поэтому в каждый из гидроцилиндров 9 поступает одинаковое количество жидкости, независимо от распределения нагрузки между ними.

КПД объемных делителей потока значительно выше, чем у дроссельных, поэтому их применяют в более мощных гидроприводах.

3.5. ГИДРО- АККУМУЛЯТОРЫ

Гидроаккумуляторы служат для накопления энергии и отдачи ее гидродвигателям при кратковременных перегрузках, когда потребная мощность превышает мощность, развиваемую насосом.

Гидроаккумуляторы используются также в качестве буферных устройств для сглаживания резких колебаний давления в гидроприводах при переменных нагрузках и уменьшения частоты включения предохранительного клапана.

На тракторах гидроаккумуляторы применяют главным образом для поддержания заданного давления в гидроувеличителях сцепного веса при холостой работе насоса.

В мобильных сельскохозяйственных машинах применяют главным образом пружинные поршневые гидроаккумуляторы.

Пружинный гидроаккумулятор (см. рис. 3.19) состоит из корпуса 1, поршня 2 и пружины 3, которая сжимается под действием давления жидкости, поступающей из насоса в камеру 5 через клапан зарядки (на рисунке не показан), автоматически соединяющий указанную полость 5 с нагнетательной магистралью насоса при падении давления в гидроаккумуляторе ниже определенной величины и открывает насос при достижении заданного давления зарядки. При соединении полости 5 с потребителем пружина 3 разжимается и выталкивает жидкость из гидроаккумулятора в рабочую камеру потребителя.

Пружинные гидроаккумуляторы имеют малую емкость и рассчитаны на небольшие давления (2—3 МПа).

В ряде мобильных машин применяются гидропневматические аккумуляторы, имеющие внутри герметичной емкости две камеры — воздушную и жидкостную, разделенные поршнем с уплотнением. Гидропневматические аккумуляторы изготавливаются на давление до 20 МПа.

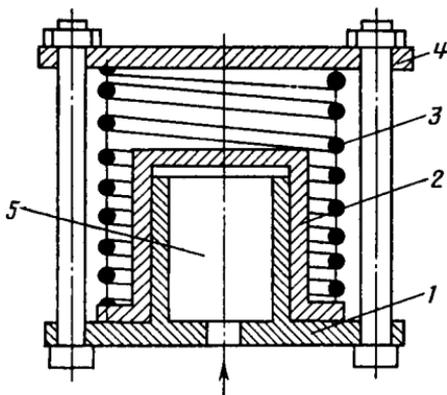


Рис. 3.19. Гидравлический аккумулятор:

1 — корпус; 2 — поршень; 3 — пружина;
4 — фланец; 5 — жидкостная камера.

3.6. БАКИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ЖИДКОСТИ

Баки предназначены для питания гидроприводов рабочей жидкостью. В них она охлаждается, из нее удаляются пузырьки растворенного воздуха и осаждаются загрязнения.

В гидроприводах сельскохозяйственных машин баки работают при атмосферном давлении, для чего они оборудованы сапунами. Баки имеют заливную горловину с фильтром грубой очистки, всасывающий и сливной патрубки. Для слива рабочей жидкости и удобства промывки бака в самом низком его месте располагается сливная пробка.

Внутри бака между всасывающим и сливным отверстием выполняется перегородка высотой, равной 2—3 уровням жидкости в баке. Бак снабжают указателем уровня жидкости закрытого типа.

Кондиционеры рабочей жидкости служат для поддержания в процессе эксплуатации гидропривода необходимых качественных показателей рабочей жидкости.

Фильтры в гидросистемах машин предназначены для очистки рабочей жидкости от продуктов окисления, износа деталей, а также от посторонних частиц, поступающих извне.

Наряду со способностью задерживать частицы загрязнений фильтры должны обладать возможно большей проницаемостью для рабочей жидкости, с тем чтобы свести до минимума их гидравлическое сопротивление. Очистка жидкости от загрязнений заключается в процеживании ее под некоторым избыточным давлением через чистые сетки, ткани, пористые материалы и силовые поля.

В тракторах и сельскохозяйственных машинах наибольшее распространение получили фильтры из латунной сетки саржевого плетения, устанавливаемые на сливных линиях гидроприводов. В основном применяют сетку номеров 0,046; 0,06; 0,071; 0,1; 0,15. Номер сетки одновременно указывает размер стороны ячейки в свету в миллиметрах.

Для предохранения фильтрующих элементов от разрушения фильтры в сельскохозяйственных машинах снабжаются предохранительными клапанами, настроенными на давление 0,15 ... 0,2 МПа, которые срабатывают при сильном загрязнении. В этих случаях рабочая жидкость в основном не фильтруется, а агрегаты гидропривода подвергаются ускоренному износу.

Для гидроагрегатов, требующих повышенной тонкости фильтрации, применяют фильтры с пористыми фильтрующими элементами.

Теплообменники предназначены для обеспечения заданного температурного режима рабочей жидкости. В гидросистемах машин применяют в основном воздушные теплообменники, в которых теплообменные трубки, как правило, обдуваются потоком воздуха, создаваемого вентилятором или за счет естественной циркуляции воздушных потоков.

3.7. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАГИСТРАЛИ И РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ

Гидравлические магистрали. Для подвода рабочей жидкости к элементам гидропривода применяют жесткие металлические трубопроводы и гибкие рукава среднего и высокого давления. Трубопроводы изготавливают в основном из стальных бесшовных труб, к которым припаивают или приваривают трубопроводную арматуру. В сельскохозяйственном машиностроении используют трубопроводную арматуру с шарообразным nipple с углом конуса 60° . В связи с большими динамическими нагрузками в гидросистемах грейферных погрузчиков используют гидроарматуру с углом конуса 24° .

Рукава среднего давления армированные выпускаются с условным проходом 8 и 12 мм на рабочее давление 10 и 8 МПа соответственно. Рукава высокого давления армированные выпускают с условным проходом 8, 10, 12, 16, 20 мм на рабочее давление до 15, 13, 12, 10, 9 МПа соответственно.

В гидросистемах машин, агрегируемых с тракторами, применяют запорные устройства и разрывные муфты. Запорные устройства предназначены для автоматического запирания вручную разъединяемых полостей гибких рукавов и гидроагрегатов и защиты их от попадания пыли и грязи. Разрывные муфты предназначены для автоматического разъединения и запирания гибких рукавов при возникновении в них аварийных растягивающих усилий (отсоединение сельскохозяйственных машин от трактора).

Рабочие жидкости в гидроприводе передают энергию, выполняют смазывающие и охлаждающие функции, защищают детали от коррозии и выносят из гидроагрегатов продукты износа. В связи с этим работоспособность гидроприводов, их надежность и долговечность в значительной степени зависят от типа применяемой рабочей жидкости и ее состояния в процессе эксплуатации.

Одна из важнейших характеристик рабочей жидкости — это вязкость, которая характеризует внутреннее трение жидкости. От вязкости зависят возможность появления слоя жидкости на поверхности трущихся деталей и предотвращение их износа и заедания, а также скорость течения жидкости в зазорах, ее нагрев, параметры работы всех гидравлических агрегатов.

Наиболее чувствительны к изменению вязкости насосы — при большой вязкости возможны неполное заполнение всасывающей магистрали и снижение производительности, при малой вязкости — резкий рост утечек, увеличение интенсивности износа трущихся деталей.

Вязкость минеральных масел сильно зависит от температуры, поэтому в процессе эксплуатации необходимо поддерживать температуру рабочей жидкости в рекомендуемых пределах.

В гидротрансмиссиях самоходных кормоуборочных машин используется масло ЭШ (ГОСТ 10363—78), а в гидросистемах управления положением рабочих органов, гидроприводе активных рабочих органов, гидрообъемном рулевом управлении, гидросистемах погрузчиков и тракторов — моторные масла: летом — М-10В, М-10Г, зимой — М-8В, М-8Г (ГОСТ 8581—78).

Для аксиально-поршневых гидромашин применяют следующие масла: летом — веретенное АУ (ОСТ 38.01412—86), промышленное И-20А, И-30А (ГОСТ 20799—88), зимой — ВМГЗ (ТУ 38.101.479—84).

Марку масла выбирают в зависимости от климатической зоны и времени года. Зимой следует применять менее вязкие сорта масла. Избыточное количество в масле частиц воды и воздуха может привести к пенообразованию, которое ухудшает смазывающие свойства масла, вызывает повышенный износ трущихся деталей, коррозию и образование устойчивых эмульсий. Кроме того, сжатие воздушных пузырьков сопровождается выделением теплоты, что ускоряет процессы окисления и разложения масла. При окислении вязкость масла понижается и из него выпадают различные смолистые отложения, разрушающие резиновые уплотнения. Для уменьшения окисления масел, снижения способности к пенообразованию в них добавляют специальные присадки.

Глава 4. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГИДРОПРИВодов в УСЛОВИЯХ Сельскохозяйственного Производства

Под эксплуатацией гидроприводов понимают совокупность операций по подготовке к использованию их по назначению, техническому обслуживанию, хранению и транспортированию. Критерием для определения условий эксплуатации может быть совокупность факторов, действующих на гидропривод: характеристика климатических районов, условия размещения гидропривода и его элементов, виды нагрузок и порядок их чередования. Чем жестче условия эксплуатации, тем более повышенные требования предъявляются к конструкции гидропривода и его элементов.

Для гидроприводов сельскохозяйственной техники различают три режима работы: легкий, средний и тяжелый (табл. 6).

Легкий режим работы обычно характеризуется эпизодической работой, связанной с технологическим циклом машин, средний —