

**ГОУ ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО**

БЕНДЕРСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ФИЛИАЛ

КАФЕДРА ИНЖЕНЕРНЫЕ НАУКИ, ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И ТРАНСПОРТ

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ
И ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

Методические указания

УДК 656.13.07
ББК 39.33

СОСТАВИТЕЛЬ

А.Н. Котомчин, старший преподаватель

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ф.М. Ерхан, д.т.н., профессор, зав. кафедрой эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка ПГУ им. Т.Г. Шевченко

А.П. Ткаченко, преподаватель специальных дисциплин кафедры «Автомобильный транспорт» БПФ ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко»

Г 46 Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств. Методические указания /Сост. А.Н. Котомчин. - Бендеры, 2019. - стр. 138

В методических указаниях приведена тематика, объем, структура и последовательность выполнения лабораторных работ по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств». Приведены методические указания и требования по составу, содержанию и оформлению отчёта по лабораторным работам.

Методические указания разработано на основании государственного образовательного стандарта ВПО ФГОС-3+.

Цель методических указаний – оказание помощи студентам в выполнении и защите лабораторных работ по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств» по направлению подготовки: 2.23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

УДК 656.13.07
ББК 39.33

Рекомендовано к изданию НМС ПГУ им. Т.Г. Шевченко

© А.Н. Котомчин, составление, 2019

Оглавление

Введение	4
Требования к составлению отчёта.....	4
Лабораторная работа № 1. Устройство и работа шестеренных и пластинчатых гидронасосов и гидромоторов	5
Лабораторная работа № 2. Гидравлическая регулирующая и направляющая аппаратура	13
Лабораторная работа № 3. Устройство и работа гидролиний и вспомогательного оборудования	30
Лабораторная работа № 4. Устройство и работа гидродинамических передач автомобилей	42
Лабораторная работа № 5. Рулевое управление автомобилей с гидравлическим приводом.....	54
Лабораторная работа № 6. Схема тормозной системы автомобиля КамАЗ. Тормозные контуры и агрегаты.....	72
Рекомендуемая литература.....	80
Приложения.....	82

ВВЕДЕНИЕ

Гидравлические и пневматические системы являются одними из наиболее динамично развивающихся элементов современных транспортных и технологических машин и комплексов: автомобилей, подъемно-транспортных машин, дорожно-строительной техники, станков, оборудования и инструментов станций технического обслуживания автомобилей и др. техники. Они широко используются в мобильных энергетических средствах и технологическом оборудовании. В связи с этим уровень подготовки обучающихся должен соответствовать такой базе знаний, которая обеспечит возможность свободно эксплуатировать современную технику.

Цель издания «Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств» - формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач по эффективному использованию, обеспечению высокой работоспособности и сохранности гидравлических и пневматических систем.

В процессе изучения методических указаний «Гидравлические и пневматические системы автотранспортных средств» студент должен:

- изучить конструкцию основных механизмов, агрегатов, гидравлических и пневматических систем в целом;
- освоить принципы действия и основные эксплуатационные особенности гидро- и пневмомашин, гидравлических и пневматических устройств и оборудования;
- приобрести навыки в чтении схем гидравлических и пневматических приводов.

Представленный в методических указаниях материал, в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и требованиями к результатам освоения основной образовательной программы по направлению 2.23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, способствует формированию у студентов общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Студент оформляет отчет по каждой лабораторной работе на стандартных листах формата А4 с одной или обеих сторон. Отчет по работе должен содержать:

- титульный лист;
- цель выполнения работы;
- принципиальную схему устройства и принцип его работы;
- ответы на контрольные вопросы.

К началу следующего занятия студент сдает преподавателю оформленный отчет по предыдущей работе. Защита отчета происходит по форме собеседования преподавателя со студентом по теоретическим вопросам, относящимся к выполненной работе и контрольным вопросам к ней.

С незащищенными отчетами к следующим лабораторным работам студенты не допускаются.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ШЕСТЕРЕННЫХ И ПЛАСТИНЧАТЫХ ГИДРОНАСОСОВ И ГИДРОМОТОРОВ

Цель работы: изучить устройство и работу шестеренных и пластинчатых гидронасосов и гидромоторов.

Общие сведения. Насос - это составная часть любой гидравлической системы. Он преобразует механическую энергию двигателя трактора или электромотора в энергию потока жидкости, поэтому насос по отношению к другим гидроагрегатам служит источником расхода жидкости в гидросистеме.

В гидроприводах наибольшее распространение получили шестерённые, поршневые, плунжерные и пластинчатые насосы. В гидросистемах современных тракторов и сельскохозяйственных машин отечественного производства применяют шестерённые насосы. Их используют для получения давлений до 25 МПа.

Работает шестерённый насос следующим образом. Ведущая шестерня 2 находится в постоянном зацеплении с ведомой шестерней 1 и приводит ее во вращательное движение (Рисунок 1.1). При вращении шестерён насоса в противоположные стороны в полости всасывания зубья выходят из зацепления, образуя разрежение.

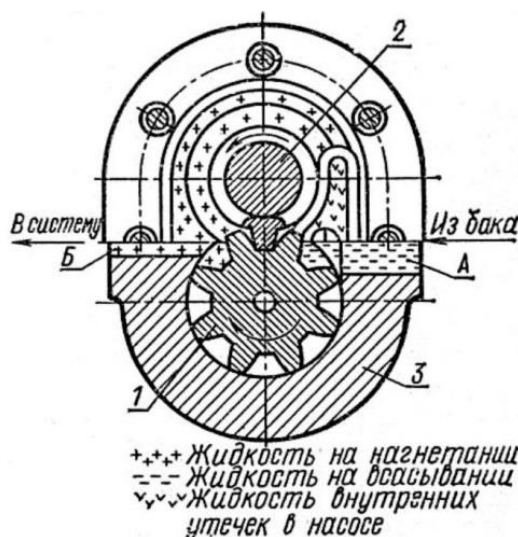


Рисунок 1.1 – Схема работы шестерённого насоса:

А - всасывающая полость; Б - полость нагнетания; 1 - ведомая шестерня; 2 - ведущая шестерня; 3 - корпус насоса

За счет создаваемого разрежения из бака в полость всасывания А поступает рабочая жидкость и заполняет впадины между зубьями шестерён 1 и 2. Жидкость перемещается вместе с впадинами шестерён вдоль цилиндрических стенок колодцев в корпусе 3 и переносится из полости всасывания А в полость нагнетания Б.

В полости нагнетания Б зубья шестерён выталкивают жидкость из впадин в нагнетательную гидролинию. При этом между зубьями образуется плотный контакт, поэтому обратный перенос жидкости из полости нагнетания в полость всасывания невозможен. Следовательно, во время работы насоса каждая вновь вступающая в зацепление пара зубьев закрывает выход

жидкости из камеры нагнетания в камеру всасывания. Рабочая жидкость движется только из полости всасывания в полость нагнетания.

Все шестерённые 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. Работают насосы при высокой частоте вращения, поэтому их можно соединять непосредственно с валами тепловых или электрических двигателей.

В маркировке первые две буквы говорят о том, что насос шестерённый, а цифры, стоящие рядом с буквами, указывают рабочий объем или теоретическую подачу рабочей жидкости в кубических сантиметрах за один оборот вала.

Шестерённые насосы гидравлических систем тракторов, сельскохозяйственных и дорожных машин по исполнению делят на три группы, которые обозначают цифрами 2, 3 и 4. К группе 2 относят насосы с номинальным давлением нагнетания 14 МПа и рабочими объемами за один оборот 10, 32, 50 и 100 см³; к группе 3 - насосы с номинальным давлением нагнетания 16 МПа и рабочими объемами за один оборот 4; 6,3; 10; 25; 32; 40; 50; 71; 100; 160 и 250 см³; к группе 4 относят насосы с номинальным давлением нагнетания 20 МПа и рабочими объемами за один оборот 4; 6,3; 10; 25; 32; 40; 50; 71; 100; 160 и 250 см³. Цифры, указывающие на исполнение (на способность развивать определенное давление), пишут на этикетках последними в индексации насосов. После индексации пишут букву Л, если насос левого вращения (для правого вращения букву не пишут).

Насосы типа НШ–К. Круглые нерегулируемые шестерённые насосы типа НШ-К предназначены для подачи под давлением рабочей жидкости в гидравлические системы тракторов, сельскохозяйственных, землеройных (дорожных), подъемно-транспортных и других машин.

Насос типа НШ-К (Рисунок 1.2) состоит из корпуса 1; качающего узла, включающего ведущую 2 и ведомую 3 шестерни, подшипниковую 5 и поджимную 13 обоймы и два пластика-замыкателя 7; резиновых манжетных уплотнений 15; круглого уплотнительного кольца 11; крышки насоса 4 и шести болтов 18 с пружинными шайбами.

Корпус 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 есть цилиндрический колодец, в который помещен качающий узел. В доньшке корпуса расположено круглое отверстие для выхода приводного вала. С наружной стороны в это отверстие запрессована манжета 8 для уплотнения ведущего вала насоса, а с внутренней - центрирующая стальная втулка 6, выступающая внутрь корпуса на 4 мм. Центрирующая втулка 6 препятствует проворачиванию качающего узла (шестерни в сборе с обоймами и пластиками-замыкателями) во время работы и служит направляющей при сборке насоса.

На дне корпуса (внутри) и в привалочной плоскости крышки 4 есть 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 *n*.

На боковой поверхности корпуса *1* есть две симметрично расположенные обработанные плоскости *n* с четырьмя резьбовыми отверстиями на каждой, предназначенные для крепления присоединительной арматуры (муфты). В центре этих плоскостей расположены отверстия одинакового диаметра. Одно отверстие всасывающее, а другое нагнетательное. Изнутри корпуса в выточку выходного (нагнетательного) отверстия вмонтирована манжета радиального поджима *14*, формирующая камеру давления, в которой создается усилие для поджима обоймы к зубьям шестерён. Поверх манжеты наложена металлическая опорная пластина *12* для перекрытия зазора между корпусом *1* и поджимной обоймой *13*. По мере износа опорных поверхностей с помощью поджимной обоймы компенсируется радиальный зазор между уплотняющей поверхностью и зубьями шестерён.

С наружной стороны на доньшке корпуса есть этикетка. На ней нанесены: эмблема завода, марка насоса, ГОСТ, номинальное давление, геометрический объем, объемная подача насоса за минуту при номинальной частоте вращения, номинальная частота вращения в минуту и номер насоса. Две первые цифры номера обозначают год выпуска, а остальные - номер насоса.

Наружная цилиндрическая поверхность корпуса насосов с геометрическим объемом до 67 см³ гладкая, а у насосов с геометрическим объемом 100 см³ и выше с наружной стороны в средней части заодно с корпусом отлиты два ребра жесткости.

Ведущая *2* и ведомая *3* шестерни изготовлены из легированной стали как одно целое с цапфами и имеют по девять зубьев у шестерён насосов НШ–32, НШ–50 и НШ–100, по десять у шестерён насосов НШ–67, НП1–160 и НШ–250.

Ведущие шестерни *2* насосов имеют удлиненный шлицевой конец вала, предназначенный для соединения с муфтой привода. В торце шлицевого конца вала выполнено резьбовое отверстие под винт крепления соединительной муфты привода. Кроме того, на шлицевой части вала ведущей шестерни есть круговая канавка. В ней расположено специальное гладкое стопорное кольцо (на рисунке 1.2 кольцо не показано), в которое упирается соединительная муфта.

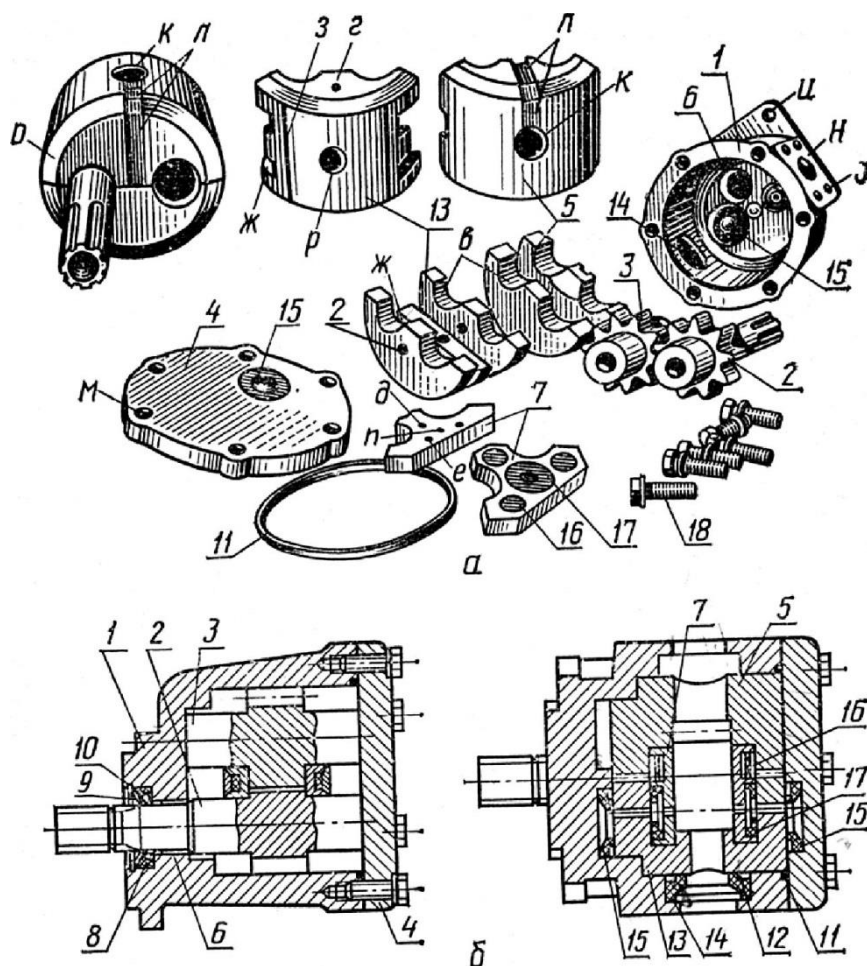


Рисунок 1.2 – Шестерённый круглый насос типа НТ-К:

а - в разобранном виде; *б* - в собранном виде; 1 - корпус; 2 - ведущая шестерня; 3 - ведомая шестерня; 4 - крышка насоса; 5 - подшипниковая обойма; 6 - центрирующая втулка; 7 - пластики-замыкатели; 8 - уплотнительная манжета; 9 - опорное кольцо уплотнительной манжеты; 10 - пружинное кольцо; 11 - уплотнительное кольцо крышки насоса; 12 - опорная пластина; 13 - поджимная (подвижная) обойма; 14 - манжета радиально поджима; 15, 16, 17 - манжеты; 18 - болт; *в* - выточка под цапфы шестерён; *з*, *е*, *и*, *м*, *п*, *с* - отверстия; *д* - расточка; *ж* - пазы под пластики-замыкатели; *з* - треугольные пазы; *к* - всасывающее (входное) отверстие; *л* - канавки для отвода утечек; *н* - плоскость для крепления; *о* - фаска; *р* - нагнетательное отверстие

Ведомые шестерни 3 насосов отличаются от ведущих тем, что их цапфы имеют одинаковую длину. Оси ведомых шестерён сквозных отверстий не имеют (в отличие от насосов НШ-У).

Ведомые и ведущие шестерни сортируют на заводе на девять групп по ширине через каждые 0,005 мм. Ширина шестерён всех типоразмеров насосов равна 20 мм, а разный геометрический объём достигается за счет различного числа зубьев и величины модуля при одном и том же диаметре шестерён.

Цапфы шестерён насоса вращаются в подшипниковой 5 и поджимной 13 обоймах, выполненных в виде полуцилиндров, снаружи которых на одном торце имеется широкая фаска *о*, обращенная к дну насоса, на другом торце - узкая фаска, обращенная к крышке. Каждая из обойм (подшипниковая и поджимная) выполнена так, что служит единой опорой для всех цапф шестерён.

В подшипниковой обойме 5 с внутренней стороны есть полукруглые выточки: меньшего диаметра $в$ - под цапфы шестерён, большего диаметра - под шестерни и в центре - проточка под торцы платиков 7. В средней части по длине подшипниковой обоймы перпендикулярно к оси насоса расположено всасывающее, или входное, отверстие $к$. На торце с широкой фаской и по образующей до всасывающего отверстия подшипниковой обоймы выполнена прямоугольная канавка $л$ для отвода утечек из подсальниково- вой полости вала ведущей шестерни в полость всасывания насоса.

Поджимная (подвижная) обойма 13 имеет внутри полукруглые выточки $в$ под цапфы, выточки под шестерни и два параллельных паза $ж$ для установки торцевых платиков 7.

В средней части торца поджимной обоймы 13 параллельно оси насоса просверлено отверстие $г$, служащее для подвода рабочей жидкости к манжетам 15, расположенным на дне корпуса и крышке, с целью осевого поджима платиков 7 к торцам шестерён. По длине средней части поджимной обоймы есть отверстие $р$ для нагнетания рабочей жидкости, размер которого меньше, чем впускного. С наружной стороны на поджимной обойме вдоль образующих расположены два треугольных узких паза $з$, предназначенных для отвода рабочей жидкости в случае разрушения манжеты радиального уплотнения 14.

Наружный диаметр поджимной обоймы выполнен на 0,2...0,3 мм меньше диаметра колодца под качающий узел в корпусе насоса. Этим осуществляют компенсацию радиальных зазоров между уплотняющей поверхностью обоймы и зубьями шестерён за счет радиального поджима давлением рабочей жидкости.

Уплотнение торцов шестерён насоса осуществляют двумя платиками 7, 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, уравнивается осевыми усилиями, создаваемыми давлением жидкости камер платиков 7, ограниченных манжетами 16.

Пластики (или пластики-замыкатели) 7 представляют собой пластинки, изготовленные из бронзы ОЦС-5-5, одинакового размера с круговыми вырезами. Две кольцевые вырезки в пластике выполнены так, что диаметр каждой из них больше диаметров шестерён на 0,05...0,08 мм. В каждом пластике с одной стороны есть четыре цилиндрические расточки, три из которых диаметром 16 мм и одна 29 мм. В эти расточки вмонтированы резиновые манжеты (три глухие и одна большая с отверстием $п$ в центре). С противоположной стороны пластика есть три косых отверстия $е$ и одно перпендикулярное к плоскости пластика для подвода рабочей жидкости под манжеты 16 с целью поджима платиков к торцам шестерён.

Центральная малая расточка $д$ диаметром 6 мм и глубиной 2 мм (выполнена над косым отверстием) предназначена для разгрузки защемленного объема жидкости межзубового пространства. Пластики вставляют в подвижную (поджимную) обойму так, чтобы манжеты располагались наружу по отношению к торцам шестерён.

Крышка насоса 4 отлита из алюминиевого сплава, в которой имеется шесть отверстий $м$ под болты. С внутренней стороны крышки есть такое же

углубление, как и в доньшке корпуса насоса, 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.

Пластинчатые (шиберные) насосы. Пластинчатые могут быть одно-, двух- и многократного действия. В насосах однократного действия одному обороту вала соответствует одно всасывание и одно нагнетание, в насосах двукратного действия - два всасывания и два нагнетания.

Схема насоса однократного действия приведена на рисунке 1.3. Насос состоит из ротора 1, установленного на приводном валу 2, опоры которого размещены в корпусе насоса. В роторе имеются радиальные или расположенные под углом к радиусу пазы, в которые вставлены пластины 3. Статор 4 по отношению к ротору расположен с эксцентриситетом e . К торцам статора и ротора с малым зазором (0,02...0,03 мм) прилегают торцевые распределительные диски 5 с серповидными окнами. Окно 6 каналами в корпусе насоса соединено с гидролинией всасывания 7, а окно 8 - с напорной гидролинией 9. Между окнами имеются уплотнительные перемычки 10, обеспечивающие герметизацию зон всасывания и нагнетания. Центральный угол, образованный этими перемычками, больше угла между двумя соседними пластинами.

При вращении ротора пластины под действием центробежной силы, пружин или под давлением жидкости, подводимой под их торцы, выдвигаются из пазов и прижимаются к внутренней поверхности статора. Благодаря эксцентриситету объем рабочих камер вначале увеличивается - происходит всасывание, а затем уменьшается - происходит нагнетание. Жидкость из линии всасывания через окна распределительных дисков вначале поступает в рабочие камеры, а затем через другие окна вытесняется из них в напорную линию.

При изменении эксцентриситета e изменяется подача насоса. Если $e = 0$ (ротор и статор расположены соосно), пластины не будут совершать возвратно-поступательных движений, объем рабочих камер не будет изменяться, и, следовательно, подача насоса будет равна нулю. При перемене эксцентриситета с $+e$ на $-e$ изменяется направление потока рабочей жидкости (линия 7 становится нагнетательной, а линия 9 - всасывающей). Таким образом, пластинчатые насосы однократного действия в принципе регулируемые и реверсируемые.

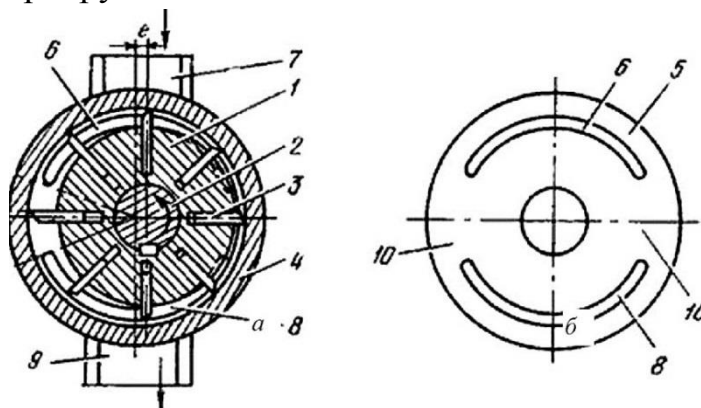


Рисунок 1.3 – Схема пластинчатого насоса однократного действия:

1 - ротор; 2 - приводной вал; 3 - пластины; 4 - статор; 5 - распределительный диск; 6, 8 - окна; 7 - гидролиния всасывания; 9 - гидролиния нагнетания; 10 - перемычки; e - эксцентриситет

Конструкция регулируемого пластинчатого насоса однократного действия показана на рисунке 1.4.

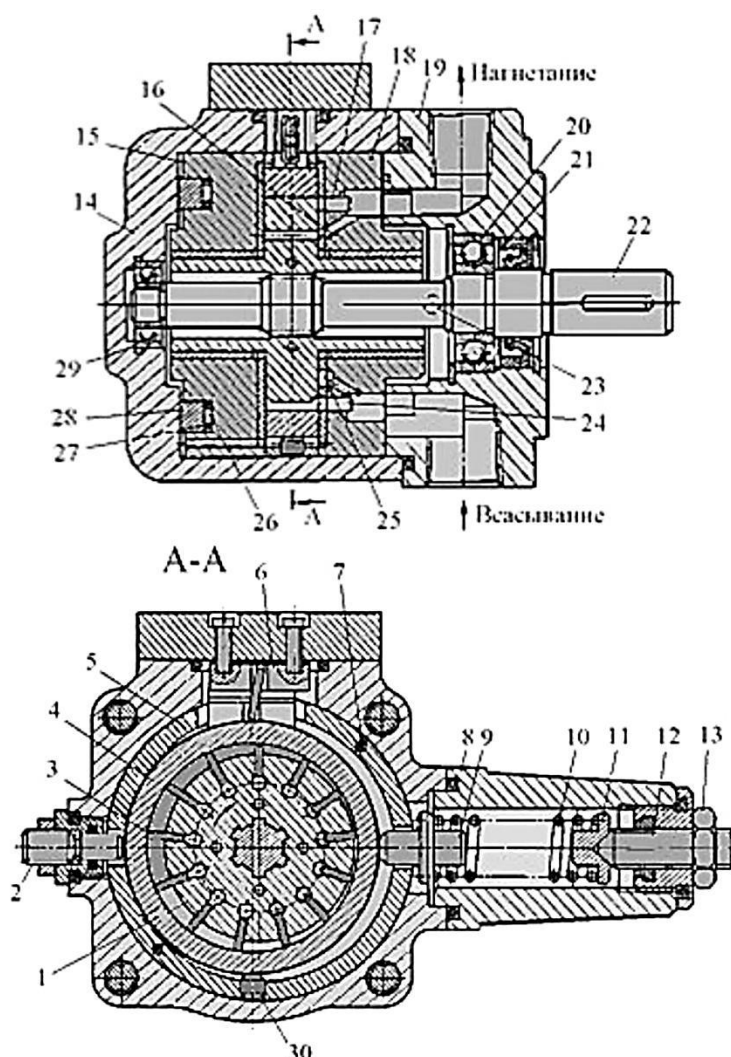


Рисунок 1.4 – Конструкция регулируемого пластинчатого насоса однократного действия:

1 - ротор; 2 - упор; 3 - пластины; 4 - статор; 5 - наружное кольцо; 6 - подвижная опора; 7 - штифт; 8 - корпус регулятора давления; 9 - толкатель; 10 - пружина; 11 - подпятник; 12 - регулировочный винт; 13 - гайка регулятора давления; 14 - корпус; 15, 18 - задний и передний распределительные диски; 16, 17, 24, 25 - пазы; 19 - крышка; 20, 29 - подшипники; 21 - манжета; 22 - вал; 23 - дренажное отверстие; 26 - камера; 27 - кольца; 28 - ограничительная шайба; 30 - неподвижная опора

Насосы этого типа имеют рабочий комплект, состоящий из ротора 1 с пластинами 3, статора 4, наружного кольца 5, переднего 18 и заднего 15 распределительных дисков. Комплект установлен в корпусе 14, закрытом крышкой 19. Тейки ротора опираются на подшипники скольжения, выполненные в распределительных дисках. Ротор шлицами связан с приводным валом 22, опирающимся на шарикоподшипники 20 и 29.

В переднем диске выполнены пазы 24 и 17 для всасывания и нагнетания масла, а также пазы 16 и 25 для соединения обращенных к центру ротора торцовых поверхностей пластин с напорной (на участке нагнетания) или всасывающей (на участке всасывания) линиями. Задний диск имеет связанную с напорной линией кольцевую камеру 26, ограниченную шайбой 28 и кольцами 27.

При вращении ротора рабочий комплект сжимается давлением масла в камере 26, а пластины под действием центробежной силы и давления масла (на участке нагнетания) прижимаются к расположенной эксцентрично внутренней поверхности статора. Объемы рабочих камер, ограниченных двумя соседними пластинами, ротором, статором и распределительными дисками, изменяются: увеличиваются при движении камеры ниже оси I-I и уменьшаются в процессе ее движения выше этой оси. Пазы 24 и 17 выполнены таким образом, что при увеличении объемов камер последние постоянно связаны с всасывающей линией, а при уменьшении - с напорной. Давление масла в зоне нагнетания создает усилие, действующее на ротор сверху вниз (воспринимается подшипниками скольжения) и на статор - снизу вверх (воспринимается опорой 6), что является недостатком такой конструкции.

Благодаря тому, что пазы 24 и 17 выполнены несимметрично относительно оси I-I (повернуты на некоторый угол а в направлении вращения), усилие, действующее на статор, отклоняется от вертикали, то есть появляется некоторая составляющая этого усилия, стремящаяся сдвинуть статор, опирающийся на неподвижную 30 и подвижную 6 опоры, вправо, преодолевая усилие пружины 10 регулятора давления. Последний содержит также корпус 8, толкатель 9, подпятник 11, регулировочный винт 12 и гайку 13. Наибольший эксцентриситет ограничивается упором 2. Наружные утечки исключаются манжетой 21, утечки из корпуса отводятся через дренажное отверстие 23 в бак.

Контрольные вопросы

1. Устройство и работа гидронасосов с бронзовыми втулками.
2. Работа самоподжимных бронзовых втулок.
3. Запертый объем масла. Сообщение запертого объема с нагнетательной и со всасывающей магистралями.
4. Устройство и работа гидронасосов с качающимся узлом. В чем заключается принципиальная разница насосов с бронзовыми втулками и с качающимся узлом.
5. Работа самоподжимных пластин и обойм гидронасосов с качающимся узлом.
6. Маркировка гидронасосов и их технические возможности.
7. Как осуществляется привод гидронасосов?
8. Устройство и работа пластинчатого насоса однократного действия.
9. Что такое эксцентриситет пластинчатого насоса?
10. Поясните принцип работы пластинчатого насоса двукратного действия.
11. Каким образом производится разгрузка рабочих пластин от сил давления жидкости?
12. В чем отличие пластинчатых насосов и гидромоторов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ РЕГУЛИРУЮЩАЯ И НАПРАВЛЯЮЩАЯ АППАРАТУРА

Цель работы: Изучить устройство гидрораспределителей и гидроклапанов и способы управления работой гидросистемы.

Общие сведения. Гидрораспределитель - устройство, основным назначением которого является изменение, согласно внешнему управляющему воздействию, направления движения потоков жидкости в нескольких гидролиниях.

Гидрораспределители подразделяются по:

- конструкции запорно-регулирующего элемента - на золотниковые, крановые и клапанные;
- числу внешних гидролиний - на двухлинейные, трехлинейные и т.д.;
- числу характерных позиций запорно-регулирующего элемента - на двухпозиционные, трехпозиционные и т.д.;
- виду управления - на распределители с ручным, механическим, электрическим и гидравлическим управлением;
- числу запорно-регулирующих элементов - на одноступенчатые, двухступенчатые и т.д.

В условном обозначении гидрораспределителя (Рисунок 2.1) указывают число его позиций (I, II), внешние гидролинии (A, B, P, T), подводимые к распределителю, их соединение, а также способ управления.

Число позиций изображают соответствующим числом квадратов (прямоугольников). Проходы изображают прямыми линиями со стрелками, показывающими направление потоков рабочей жидкости в каждой позиции, а места соединений проходов выделяют точками; закрытый проход изображают тупиковой линией с поперечной черточкой. Внешние гидролинии подводят только к исходной позиции. Способ управления распределителем указывают знаками, примыкающими к торцам обозначения распределителя.

Условные обозначения едины для золотниковых, крановых и клапанных гидрораспределителей, т.е. условное обозначение не отражает конструкцию их запорно-регулирующих элементов.

Наиболее широко применяют золотниковые гидрораспределители.

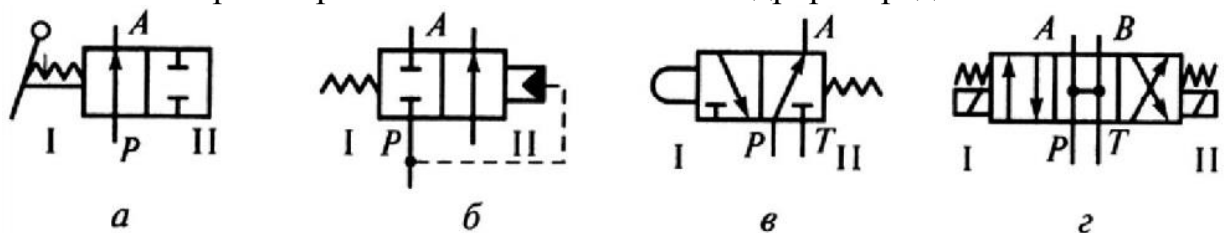


Рисунок 2.1 – Условные обозначения направляющих гидрораспределителей:

- а* - двухлинейного двухпозиционного (2/2) с ручным управлением; *б* - двухлинейного двухпозиционного (2/2) с гидравлическим управлением; *в* - трехлинейного двухпозиционного (3/2) с управлением от кулачка; *г* - четырехлинейного трехпозиционного (4/3) с электромагнитным управлением

На рисунке 2.2 показаны золотниковые запорно-регулирующие элементы трех возможных типов: с положительным, нулевым и отрицательным перекрытием.

При положительном перекрытии, когда длина поршня t больше длины перемычки гильзы m , образуются наиболее протяженные уплотняющие щели с гильзой, это уменьшает утечки или при выбранных допустимых утечках позволяет использовать гидрораспределители с большими зазорами, что снижает трудоемкость изготовления и уменьшает износ золотника. Гидрораспределители со значительными положительными перекрытиями и зазорами 0,01 мм широко используют для позиционного перекрытия гидролиний. Для регулирования работы гидродвигателей они малоприспособны, так как при переходе через нейтральное положение создают ощутимую зону нечувствительности, в которой гидродвигатель практически не реагирует на изменение смещения.

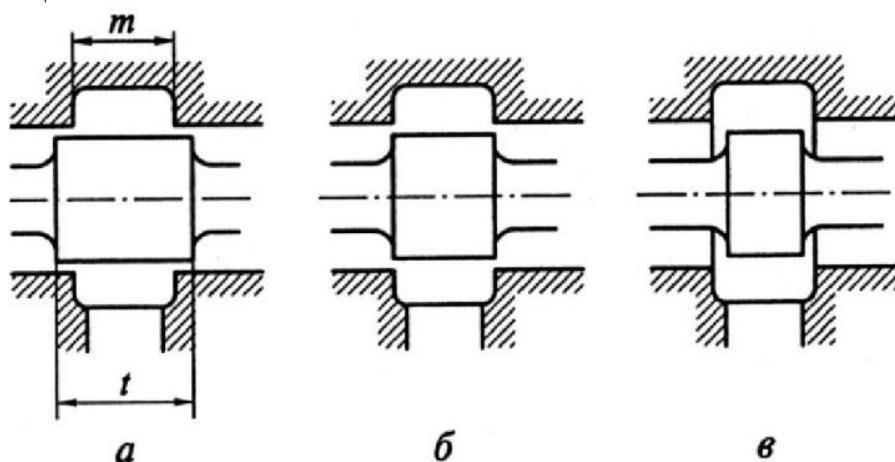


Рисунок 2.2 – Запорно-регулирующие элементы с перекрытием:

а - положительным; *б* - нулевым; *в* - отрицательным; t - длина поршня; m - длина перемычки гильзы

Наиболее благоприятным для систем регулирования было бы нулевое перекрытие ($t = m$), которое обеспечило бы отсутствие зоны нечувствительности. Однако по причине технологических ограничений при изготовлении оно неосуществимо, поэтому, как правило, для регулирующих золотниковых гидрораспределителей используют малое положительное перекрытие.

Золотниковые гидрораспределители с отрицательным перекрытием ($t < m$) применяют сравнительно редко. Управление работой гидродвигателя при помощи такого гидрораспределителя возможно, но связано со значительными утечками, а регулировочные характеристики системы при этом нелинейны.

Цилиндрические и плоские золотниковые гидрораспределители удобны как для позиционного переключения, так и для регулирования работы гидродвигателей. Их главным недостатком являются утечки, которые не позволяют удерживать гидродвигатель под нагрузкой в неподвижном состоянии. В таких случаях для позиционного переключения предпочтительны клапанные гидрораспределители (Рисунок 2.3), имеющие увеличенные по сравнению с золотниками размеры и массу, но позволяющие герметически перекрывать гидролинии.

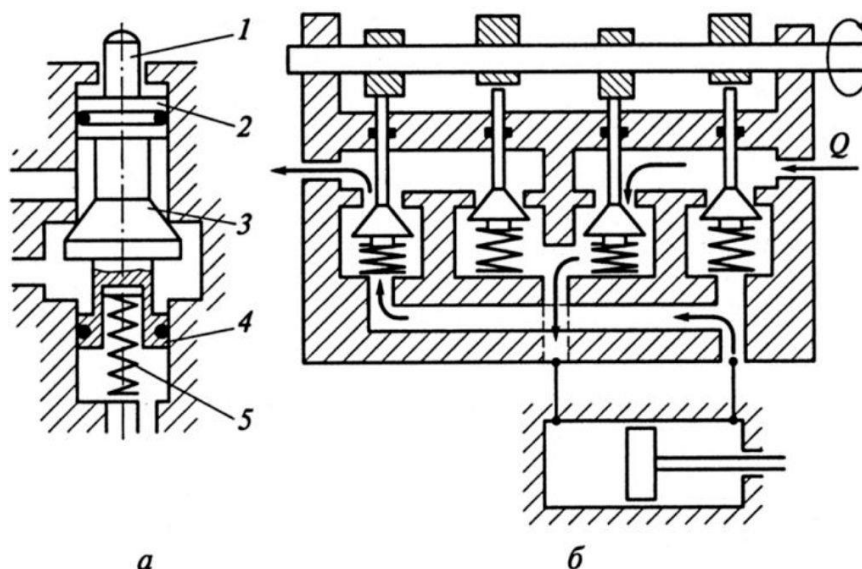


Рисунок 2.3 – Клапанный гидрораспределитель:

а - гидростатически уравновешенный запирающий элемент; *б* - блок клапанных запирающих элементов с механическим приводом для управления работой гидроцилиндра; 1 - головка клапана; 2, 4 - разгрузочные поршни; 3 - запирающий элемент; 5 - пружина; Q - расход

В закрытом положении клапан удерживает пружина 5 (Рисунок 2.3, *а*), а открытие производится надавливанием на головку 1. Чтобы силы, требуемые для открытия и удержания клапана в закрытом положении, были малы, запирающий элемент 3 помещен между разгрузочными поршнями 2 и 4 с уплотнительными кольцами.

Схема блока клапанных запирающих элементов, обслуживающего гидроцилиндр с управлением работой клапанов при помощи кулачкового вала, показана на рисунке 2.3, *б*.

В менее ответственных случаях и при ограничении размеров для позиционного переключения используют малогабаритный крановый гидрораспределитель - кран (Рисунок 2.4). Пробка 3 тщательно подогнана по цилиндрической или конической поверхности к отверстию в корпусе 1, имеющем каналы подвода 6, отвода 5 и питания 7 и 8 гидродвигателя. В пробке на двух уровнях выполнены отверстия 2. Между плоскими срезами пробки находятся уплотняющие перемычки 4. При повороте на угол 45° соединение гидролиний (как показано на схеме) изменяется, и может, в частности, осуществляться реверс гидродвигателя. При размещении мест присоединения гидролиний учтена необходимость гидростатического уравнивания пробки: давление жидкости на две противоположные грани пробки всегда одинаково (этим уменьшается момент трения, преодолеваемый при повороте крана). Пробковые краны вследствие значительных утечек и моментов трения для работы при высоком давлении ($p > 10$ МПа) не применяют.

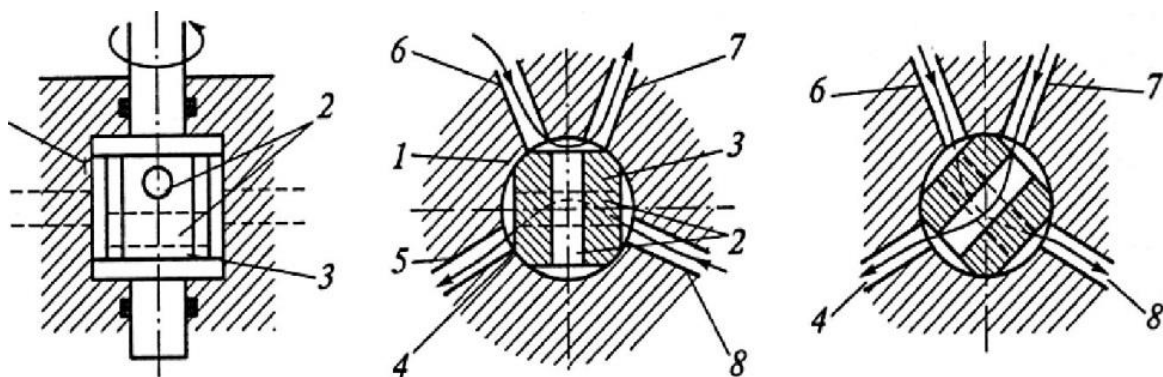


Рисунок 2.4 – Крановый пробковый гидрораспределитель:

1 - корпус; 2 - отверстие; 3 - пробка; 4 - уплотняющая перемычка; 5 - канал отвода; 6 - канал подвода; 7, 8 - каналы питания

В более ответственных случаях при требовании малых размеров гидрораспределителя, но при высоких давлениях и необходимости высокой герметичности используют крановые торцовые гидрораспределители (Рисунок 2.5). Герметичность обеспечивается возможностью обработки плоскостей торцов 3, 4, 6 и 7 по высшим классам точности, а легкая управляемость - хорошей гидростатической уравновешенностью крана. Устройство крана такого типа близко по конструкции описанному выше плоскому золотниковому гидрораспределителю. На поверхностях 4 и 6 крана выполнены дуговые пазы 2 и 10, соединенные отверстиями 5. Отверстия 1 и 11 соединены соответственно с питающей установкой и областью слива, а отверстия 8 и 9 - с управляемым объектом (гидродвигателем). Благодаря идентичности торцов 4 и 6 кран полностью гидростатически уравновешен и легко вращается при высоких давлениях.

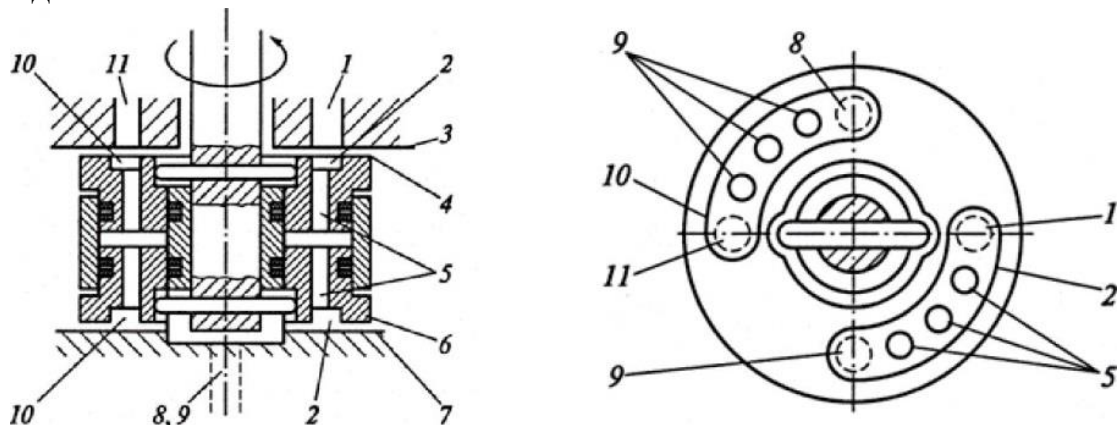


Рисунок 2.5 – Крановый торцовый гидростатически уравновешенный гидрораспределитель:

1, 5, 8, 9, 11 - отверстия; 2, 10 - дуговые пазы; 3, 4, 6, 7 - торцы

Поворот крана на угол 90° позволяет осуществлять реверс гидродвигателя, а поворот на угол 45° - его блокировку.

Золотниковые распределители. С помощью распределителя поток масла направляют в гидроцилиндры, происходит автоматическое переключение гидросистемы на холостой ход после подъема или опускания машины, сообщаются обе полости цилиндра при плавающем положении машины, и ограничивается давление масла, предохраняя гидросистему от перегрузок.

На мобильных транспортных средствах устанавливаются различные золотниковые распределители, но наибольшее распространение нашли трехзолотниковые четырехпозиционные распределители типа P75-23 или P150-

23. Первое число означает максимальную пропускную способность (л/мин), цифра «2» - тип золотника, «3» - число золотников в распределителе.

В трех расточках чугунного корпуса 5 (Рисунок 2.6) распределителя, закрытого крышками 1 и 8, установлены с точно подобранным очень малым зазором три одинаковых стальных золотника 7. На золотнике имеются шесть кольцевых поясков. При перемещении его рычагом 9 пояски открывают и закрывают соответствующие окна и каналы корпуса распределителя, давая возможность маслу проходить в нужном направлении.

Для удержания золотника в рабочих положениях (подъем или опускание) и автоматического возвращения его в нейтральное положение внутри золотника расположено бустерное устройство (детали 16,17,19 и 20), а снаружи - шарики 18, пружина 3 и обойма 6.

В корпусе установлен шариковый предохранительный клапан 14 и фигурный перепускной клапан 15 с пружиной 12. В его утолщенной части, имеющей форму поршня, просверлено калиброванное отверстие Ж.

Масло подается насосом в нагнетательный канал А и выводится из распределителя через отверстия штуцеров 22 в полость опускания гидроцилиндра, через отверстия штуцеров 23 - в полость подъема цилиндра и через патрубок 21 - на слив в бак.

Схема работы. При *нейтральном положении* золотника (Рисунок 2.7, а) масло, подведенное в нагнетательную полость А, запертую его поясками К и Л, устремляется по калиброванному отверстию Ж перепускного клапана в отводной канал Г. Через кольцевую проточку золотника оно проходит в сливные каналы В и отводится в бак.

Вследствие дросселирующего (тормозящего) действия калиброванного отверстия Ж давление масла на цилиндрический поясок С перепускного клапана со стороны нагнетательной полости А больше, чем противодействие масла, свободно вытекающего через каналы Г и В в бак. Из-за разности давлений масла перепускной клапан открывается, и оно через отверстие седла 13 тоже сливается в бак.

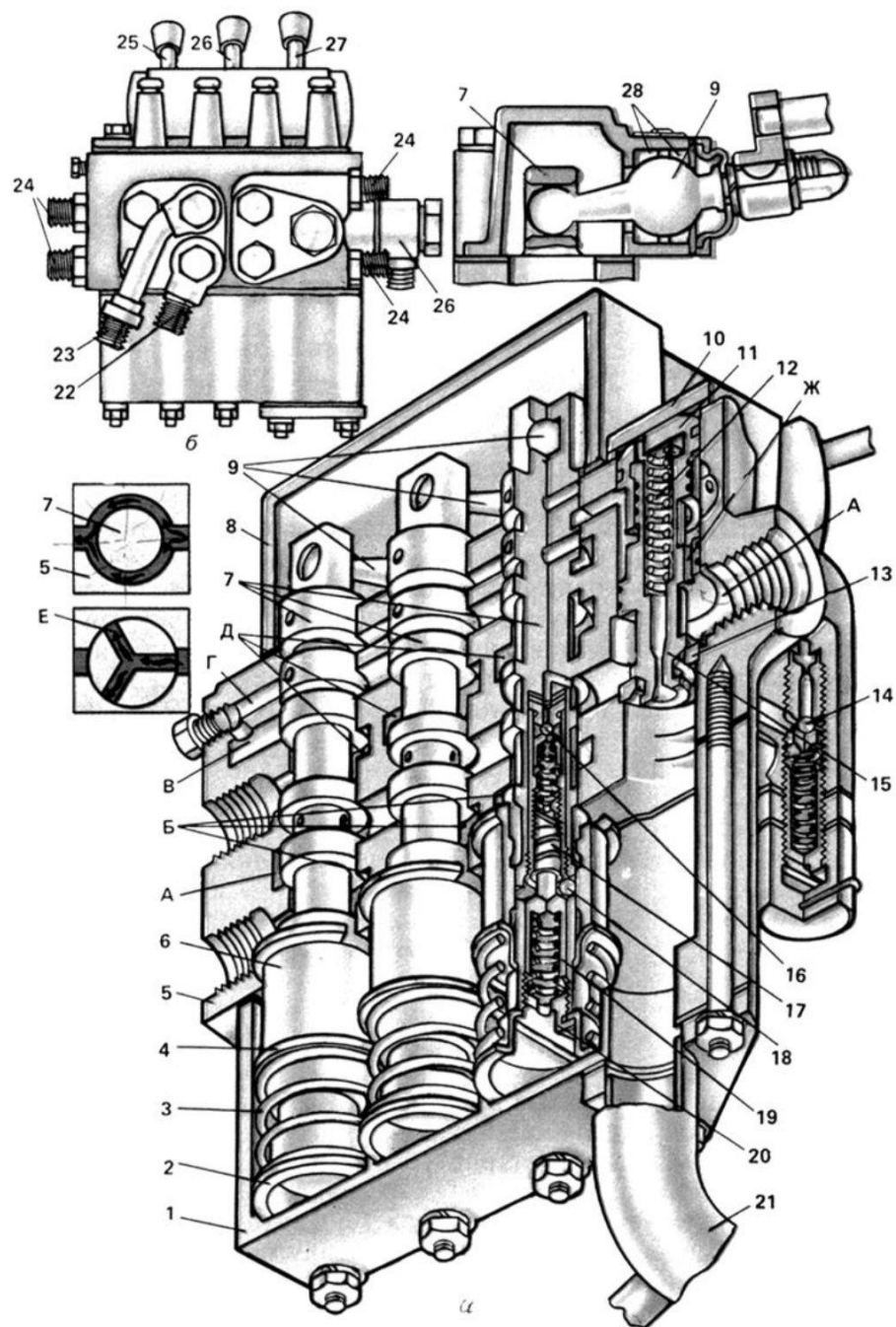


Рисунок 2.6 – Распределитель Р75-23:

а - устройство; *б* - общий вид; 1, 8 - крышки; 2, 4 - нижний и верхний стаканы; 3 - пружина золотника; 5 - корпус распределителя; 6 - обойма фиксатора; 7 - золотники; 9 - рычаг золотника; 10 - упор; 11 - направляющая клапана; 12 - пружина клапана; 13 - седло клапана; 14 - предохранительный клапан; 15 - перепускной клапан; 16 - шариковый клапан бустера; 17 - бустер; 18 - шарик фиксатор; 19 - втулка фиксатора; 20 - пробка золотника; 21 - сливной патрубок; 22, 23, 24 - штуцеры; 25, 26, 27 - рукоятки управления; 28 - уплотнительные кольца

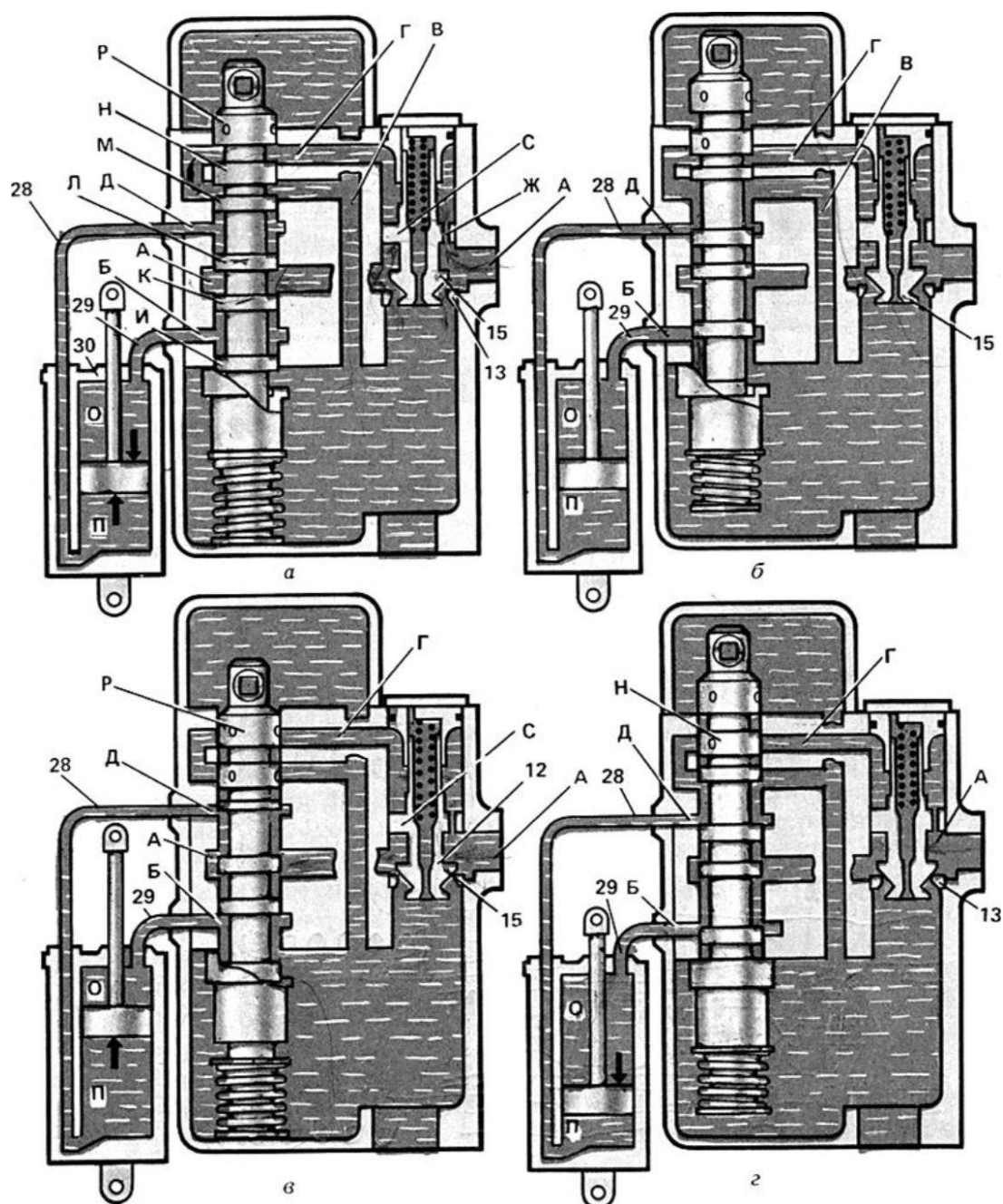


Рисунок 2.7 – Схема работы распределителя:

а - нейтральное положение; *б* - плавающее положение; *в* - подъем; *г* - принудительное опускание;

28, 29 - рукава высокого давления (шланги); 30 - гидроцилиндр

Обозначение других позиций - то же, что и на рисунке 3.6

Выход масла из полостей *О* и *П* гидроцилиндра 30 заперт поясками золотника *И*, *К* и *Л*, поэтому поршень в цилиндре будет удерживать навешенную машину неподвижно в установленном положении.

Для обеспечения, *плавающего положения* навешенной машины золотник переводят до отказа вверх (Рисунок 3.7, б). Отводной канал *Г* выточкой золотника сообщен со сливными каналами *В*.

Поэтому, как и при нейтральном положении, перепускной клапан 15 открыт. Но полости *О* и *П* гидроцилиндра сообщаются между собой через каналы *Б*, *Д* и *В*. Поэтому поршень свободно перемещается в цилиндре, и навешенная машина опорным колесом может копировать рельеф поля. Масло,

нагнетаемое насосом в распределитель, сливается через открытый клапан 15 в бак.

Когда золотник переводят в *положение подъема* (Рисунок 2.7, в), поясок *P* перекрывает отводной канал *Г*. Давление масла на кольцевой поясок *С* перепускного клапана сверху и снизу выравнивается. Это дает возможность пружине 12 закрыть клапан 15. Нагнетаемое насосом масло не сливается в бак, а по каналам *А*, *Д* и шлангу 28 поступает в полость *П* гидроцилиндра, поднимая его поршень. Из полости *О* масло вытесняется по шлангу 29 через канал *Б* в бак.

После перевода золотника рукояткой в *положение принудительного опускания* отводной канал *Г* перекрыт пояском *Н* золотника, клапан 15 тоже закрыт. Масло нагнетается насосом по каналам *А* и *Б*, а также шлангу 29 в полость *О* гидроцилиндра. Поршень принудительно опускает навешенную машину или заглубляет ее рабочие органы. Вытесняемое из полости *П* по шлангу 28 и каналу *Д* масло направляется в бак. Фиксировать рукоятку для принудительного опускания навесных почвообрабатывающих машин нельзя, потому что это может привести к аварии.

Схема действия фиксатора и автоматического возврата золотника в нейтральное положение. Пять шариков 18 (Рисунок 2.8, а) фиксатора выжимаются конусом втулки 19 в одну из кольцевых выточек *Б*, *В* или *Г* обоймы 6, удерживая золотник в положениях подъема, опускания навешенной машины или плавающем положении.

В конце подъема машины поршень упирается в крышку цилиндра, и поэтому возрастает давление масла во всей нагнетательной гидролинии. Повышенным давлением шарик 16 (Рисунок 2.8, б) отводится от седла 31. Масло проникает в полость гильзы 2 и давит на бустер (толкатель) 17. Его нижний конец опускает втулку 19 фиксатора, давая возможность шарикам 18 выйти из выточки *Б*. Пружина 3 перемещает золотник вверх.

В это время давление масла в гидролинии нагнетания снижается, пружинами 30 и 32 (Рисунок 2.8, в) бустер и шариковый клапан возвращаются в исходное положение.

Узел перепускного клапана установлен в специальной цилиндрической расточке корпуса распределителя, расположенной в начале нагнетательного канала (Рисунок 2.9).

Перепускной клапан по своему типу относится к тарельчато-поршневому, а по принципу работы - к дифференциальному. Тарелка клапана имеет специальную форму; запорная часть выполнена в виде конической поверхности 6, переходящей в цилиндрический поясок 3, который под действием струи масла резко прижимает клапан к гнезду при его закрытии. Для лучшей герметичности гнездо имеет острую кромку, к которой тарелка прижимается конической поверхностью. В средней части тела клапана сделан буртик, выполняющий роль поршня; в поршне имеется жиклерный канал 20 и две кольцевые канавки. Хвостовик 17 клапана входит в направляющую втулку 16 и имеет на цилиндрической поверхности три кольцевые канавки.

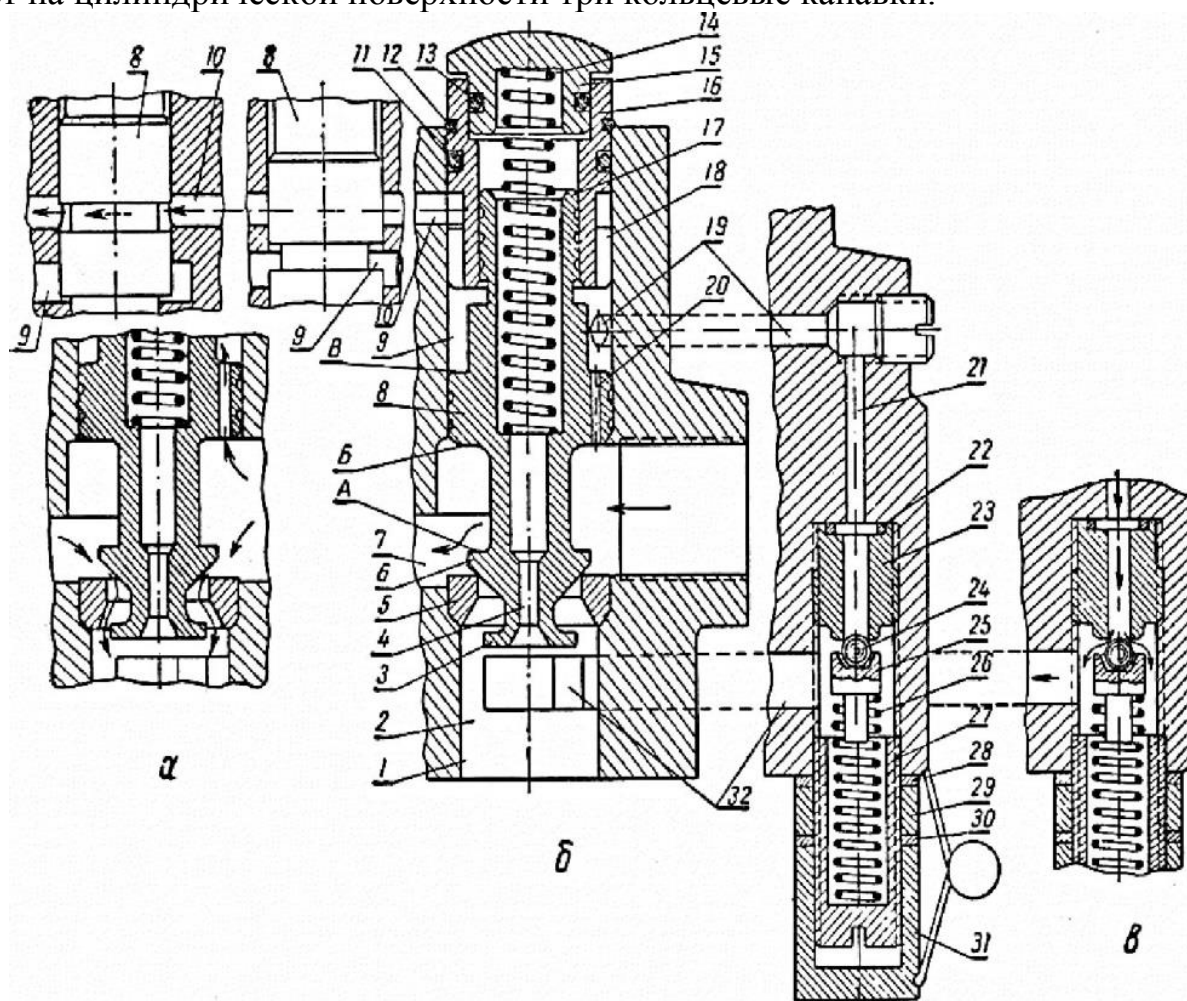


Рисунок 2.9 – Перепускной и предохранительный клапаны:

a - регулировочный канал и перепускной клапан открыты; *б* - регулировочный канал, предохранительный и перепускной клапаны закрыты; *в* - регулировочный канал закрыт, предохранительный и перепускной клапаны открыты; *A* - торцовая площадка тарелки клапана; *Б* - нижняя торцовая площадка поршня перепускного клапана; *В* - верхняя торцовая площадка поршня клапана; 1 - корпус распределителя; 2 - сливной канал; 3 - отсечной пояс; 4 - канал выравнивания давлений; 5 - гнездо перепускного клапана; 6 - запорный конус; 7 - нагнетательный канал; 8 - поршень перепускного клапана; 9 - надпоршневая камера; 10 - регулировочный канал; 11 - уплотнительное кольцо направляющей втулки и корпуса; 12 - упорное кольцо; 13 - уплотнительное

кольцо пробки и направляющей втулки; 14 - пружина перепускного клапана; 15 - пробка; 16 - направляющая втулка; 17 - хвостовик перепускного клапана; 18 - проходной паз направляющей втулки; 19 - головная часть канала предохранительного клапана; 20 - жиклерный канал; 21 - подводящая часть канала предохранительного клапана; 22 - резиновое кольцо; 23 - гнездо предохранительного клапана; 24 - шарик; 25 - направляющая клапана; 26 - пружина; 27 - регулировочный винт; 28 - верхняя уплотнительная шайба; 29 - контргайка; 30 - нижняя уплотнительная шайба; 31 - колпачок; 32 - сливной канал предохранительного клапана

Кольцевые канавки на цилиндрических поверхностях поршня и хвостовика служат для уравнивания давления масла в зазорах, предохраняют клапан от заедания и уменьшают усилия страгивания клапана.

Соосность клапана и гнезда достигается направляющей втулкой плавающего типа. Она свободно входит в расточку корпуса и устанавливается хвостовиком клапана. От осевого перемещения направляющую втулку предохраняют с одной стороны упор, а с другой - упорное кольцо 12.

На поверхности направляющей втулки имеются два паз 18 для прохода масла. Пространство между верхним торцом *В* поршня, поверхностями расточки под клапан и направляющей втулки образует масляную надпоршневую полость. В выточках направляющей втулки и пробки установлены уплотнительные резиновые кольца 11 и 13. Внутри клапана сделана ступенчатая сквозная расточка 4 для установки пружины, а также для выравнивания давления на торцы клапана и отвода утечек. В расточке большого диаметра установлена предварительно сжатая между выступом расточки и пробкой нерегулируемая пружина 14. Высота подъема клапана ограничивается упором выточки клапана в торец направляющей втулки.

Открытие и закрытие перепускного клапана происходят под действием давления масла на торцы поршня, тарелки клапана и силы пружины.

Масло в бак отводится при двух режимах работы распределителя, характеризующихся разными величинами давления в нагнетательном канале. При «Нейтральном» и «Плавающем» положениях масло отводится при низком давлении ($2-3 \text{ кг/см}^2$) в нагнетательном канале совместной работой перепускного клапана и золотника. В случае задержки возврата золотника из положения «Подъем» или «Опускание» из-за отказа автомата, запаздывания переключения трактористом рукоятки или заедания золотника давление в нагнетательном канале распределителя повысится до предельно настроенной величины; открытие предохранительного клапана и отвод масла в бак будут происходить в результате совместной работы перепускного и предохранительного клапанов.

Предохранительный клапан шарикового типа расположен в расточке корпуса распределителя рядом с расточкой под перепускной клапан и состоит из гнезда 23 с острыми кромками для посадки шарика 24; направляющей 25; пружины 26; регулировочного винта 27; контргайки 29; колпачка 31 и пломбы. Для уплотнения посадки гнезда в корпус установлено резиновое кольцо 22; резьбовые соединения регулировочного винта, корпуса и гайки уплотнены алюминиевыми шайбами 28 и 30.

Пружина предохранительного клапана отрегулирована на давление масла при открытии клапана, равное 130 кг/см^2 . Масло поступает к предохранительному клапану по расположенным под прямым углом каналам 19 и 21; входное отверстие канала 19 расположено в надпоршневой полости перепускного клапана. После предохранительного клапана масло проходит в сливную камеру 2 корпуса распределителя.

При установке в «Плавающее» или «Нейтральное» положение золотник откроет регулировочный канал 10 (Рисунок 2.9, а). Масло, поступающее через жиклерный канал 20, будет уходить на слив по магистрали низкого давления: надпоршневая полость 9 - пазы 18 направляющей втулки - регулировочный канал 10 - сливной канал - камера нижней крышки - бак.

Жиклерный канал, оказывая сопротивление движению масла, выполняет роль дросселя и создает перепад давления; в нагнетательном канале давление будет больше, чем в надпоршневой полости. В результате усилие давления масла на нижний торец поршня, направленное вверх, будет больше суммы усилий на верхнем торце поршня, на торце тарелки, пружины и сил трения, которые направлены вниз. Под действием этих сил перепускной клапан оторвется от гнезда и откроет щель, достаточную для пропуска масла, подаваемого насосом. Через жиклерный канал, а следовательно, и через регулировочный канал проходит примерно 10.. 12% всего объема масла, подаваемого насосом, а остальное отводится через перепускной клапан.

При положениях золотника «Подъем» или «Опускание» все масло от насоса проходит через кольцевые камеры, перепускной клапан должен быть закрыт (Рисунок 2.9, б). Золотник, установленный в положения «Подъем» или «Опускание», перекроет регулировочный канал, и масло не будет выходить из надпоршневой полости. В ней установится такое же давление, как и в нагнетательном канале; сумма сил, действующих на верхний торец поршня и торец тарелки и направленных вниз, будет равна усилию, приложенному к нижнему торцу поршня и направленному вверх; они уравновесятся.

Перепускной клапан опускается в свое гнездо под действием усилия пружины и усилия на отсечном пояске 3 от потока масла. Эти усилия преодолевают силы трения и сопротивления масла, проходящего между задорным конусом и кромкой гнезда перепускного клапана. Пружина перепускного клапана имеет небольшое усилие сжатия и не регулируется.

По окончании рабочих циклов и в случае задержки золотника по одной из указанных выше причин в положении «Подъем» или «Опускание» давление в нагнетательном канале распределителя повысится. Так как регулировочный канал 10 закрыт, то давление в надпоршневой камере и перед шариком предохранительного клапана будет такое же, как и в нагнетательном канале.

Когда давление повысится до 130 кг/см^2 , шарик 24 отойдет от своего гнезда и часть масла уйдет через предохранительный клапан; давление в надпоршневой полости упадет (Рисунок 2.9, в). Благодаря дросселирующему действию жиклерного канала 20 в надпоршневой камере давление масла станет меньше, чем в нагнетательном канале, и перепусковой клапан откроется (Рисунок 2.9, а и в). Через жиклерный канал масло пойдет по магистрали высокого давления: надпоршневая полость 9 - каналы 19 и 21 - предохранительный клапан 24 - отводящий канал 32 - камера нижней крышки - бак.

Масло, подаваемое насосом, будет уходить в бак, до 15% масла будет проходить через предохранительный, а остальное - через перепускной клапан.

При открытии регулировочного канала давление упадет ниже 130^5 кг/см^2 и предохранительный клапан перестанет работать; слив масла будет происходить через перепускной клапан и регулировочный канал.

Крановые гидрораспределители. В крановых гидрораспределителях изменение потока рабочей жидкости достигается поворотом пробки, имеющей плоскую, цилиндрическую, сферическую и коническую форму.

На рисунке 2.10 приведена конструкция серийного двухпози- ционного кранового гидрораспределителя типа Г71 с цилиндрической пробкой, который состоит из корпуса 3, фланца 5, крышки 1, пробки 2, уплотнения 4, ступицы 7, рукоятки 8 и шарикового фиксатора 6. В положении пробки крана (Рисунок 2.10), рабочая жидкость через отверстие 17 поступает в камеру 16, из нее через канал 18 в пробке крана (показан пунктиром) - в камеру и далее через отверстие 11 в корпусе - к гидродвигателю или к другому управляемому объекту. Из другой полости гидродвигателя рабочая жидкость поступает через отверстие 9, далее в камеру 10 и через канал 13 в камеру, которая отверстием 15 в корпусе крана соединена со сливом. При повороте пробки крана по часовой стрелке на угол 45° происходит изменение направления потока рабочей жидкости: отверстие 17 через камеру 16 соединяется с отверстием 9, а отверстие 11 через камеры 10 и 14, а также через канал 13 - с отверстием 15 (со сливом).

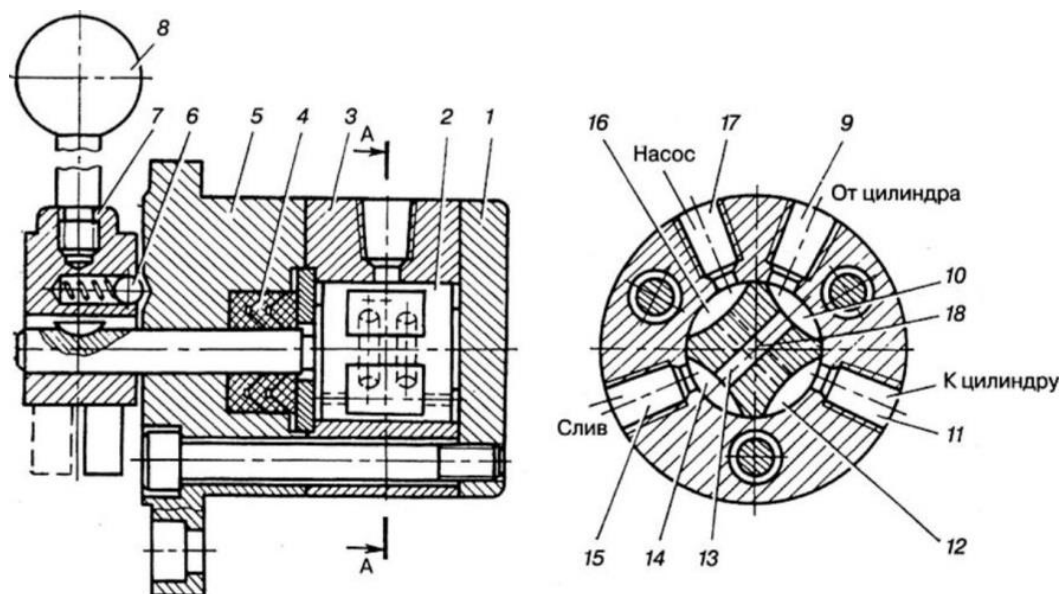


Рисунок 2.10 – Крановый гидрораспределитель типа Г71:

1 - крышка; 2 - пробка; 3 - корпус; 4 - уплотнение; 5 - фланец; 6 - шариковый фиксатор; 7 - ступица; 8 - рукоятка; 9, 11, 15, 17 - отверстия; 10, 12, 14, 16, - полости; 13, 18 - каналы

Для устранения неуравновешенных сил, действующих на торцевые поверхности цилиндрической пробки, обе торцевые полости соединяются со сливом и находятся под одинаковым давлением. Действующие на пробку боковые усилия также уравновешены для любых фиксированных положений.

Так, например, в положении пробки, указанном на рисунке 3.10, рабочая жидкость от насоса подается к отверстию 17, проходит через канал 18 и далее к отверстию 11, и, таким образом, в полостях 16 и 12 давление будет

одинаковым. В другом положении пробки крана отверстие 17 соединяется с отверстием 9 камерой 16, которая, в свою очередь, каналом 13 в пробке крана соединяется с камерой 12, что также обеспечивает уравнивание пробок крана при действии боковых сил, создаваемых давлением рабочей жидкости.

Крановые гидрораспределители используются чаще всего в качестве вспомогательных в золотниковых распределителях с гидравлическим управлением. В рекомендуемых пределах расходов и давлений, указанных в технической характеристике, крановый распределитель может быть использован и как основной распределитель.

Гидрозамок. Гидрозамок - это управляемый гидравлический обратный клапан, который используется для того, чтобы запереть рабочие зоны гидроцилиндров; для пропускания рабочей жидкости в одностороннем порядке.

Так как в гидроприводе присущи утечки рабочей жидкости через зазоры и уплотнения, что является одним из главных недостатков. Среди золотниковых гидрораспределителей эта проблема является одной из главных. Следствием есть то, что, например, в гидроцилиндре, который находится под нагрузкой, шток начинает произвольно опускаться.

Со временем утечки в гидроприводе возрастают, что приводит к негативным влияниям, описанным выше. Не желательно применять гидрозамки для опускания грузов. Подобными действиями можно вывести из строя либо нарушить функционирование механизма. Аналогичная проблема также присутствует в гидромоторах и поворотных гидродвигателях, которые находятся под нагрузкой.

Для решения данной проблемы и предназначены гидрозамки.

Гидрозамки получили широкое применение в гидроприводе горных машин, строительного-дорожных, а также во многих других системах гидропривода.

Гидрозамки бывают одностороннего и двухстороннего действия. Гидрозамки одностороннего действия обычно называют управляемыми обратными клапанами.

В данном случае рассмотрен двухсторонний гидрозамок. Внешний вид гидрозамка изображен на рисунке 2.11.

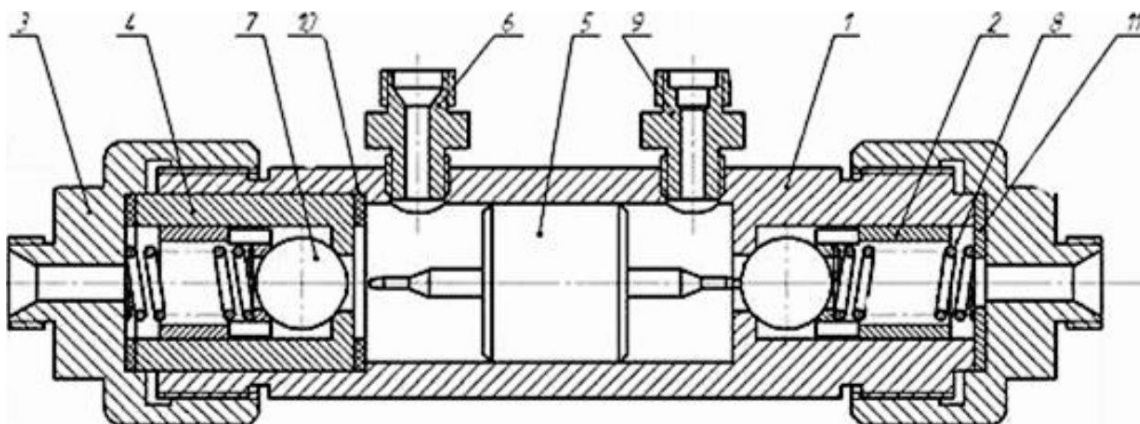


Рисунок 2.11 – Внешний вид гидрозамка:

1 - корпус; 2 - седло; 3, 6, 9 - штуцер; 4 - цилиндр; 5 - золотник; 7 - клапан; 8 - пружина; 10 - прокладка

Принцип работы гидрозамка. Представим, что магистраль гидрозамка, расположенная справа, имеет связь с рабочей зоной гидроцилиндра, а левая - со штоковой. Тогда масло под давлением идет в поршневую зону через канал штуцера 9, смещает в корпусе 1 золотник 5 влево и начинает открывать левый обратный клапан 7, через который масло из штоковой зоны гидроцилиндра начинает выходить через штуцер 6 на слив. В это же время начинает открываться правый обратный клапан 7 и масло через него поступит в поршневую зону гидроцилиндра. Когда доступ жидкости в гидрозамок будет прекращен, золотник займет начальное положение. В это время левый и правый обратные клапаны закроются, при этом фиксируя поршень в заданном положении. Это произойдет под действием пружин 8 и масла, которое будет давить со стороны поршневой и штоковой зон гидроцилиндра.

Редукционный гидроклапан. Редукционный клапан это регулирующий гидроаппарат, предназначенный для поддержания постоянного давления в отводимом от него потоке рабочей жидкости при условии $P_2 < P_j$, где P_2 - давление в отводимом потоке (давление на выходе); P_1 - давление в подводимом потоке (давление на входе).

Редукционные клапаны обычно устанавливают в системах, где от одного насоса работает несколько потребителей с разным значением рабочего давления. В этом случае насос рассчитывается на максимальное давление, необходимое для работы одного из потребителей, а перед другими устанавливают редукционный клапан. Кроме того, эти клапаны являются стабилизаторами рабочего давления, поддерживающими $P_2 = const$ при $P_1 = var$.

В гидроприводах применяются два типа редукционных клапанов: постоянного давления и постоянного перепада давления, прямого и непрямого действия.

Первый тип редукционных клапанов (Рисунок 2.12) поддерживает постоянное редуцированное давление на заданном уровне в ответвлении от напорной гидролинии независимо от колебаний давления в подводимом и отводимом потоках рабочей жидкости. Такие редукционные клапаны применяют в случаях, когда к одной гидролинии высокого давления подключены несколько исполнительных механизмов, работающих не одновременно или при различных давлениях, а также когда редуцированное давление должно оставаться постоянным.

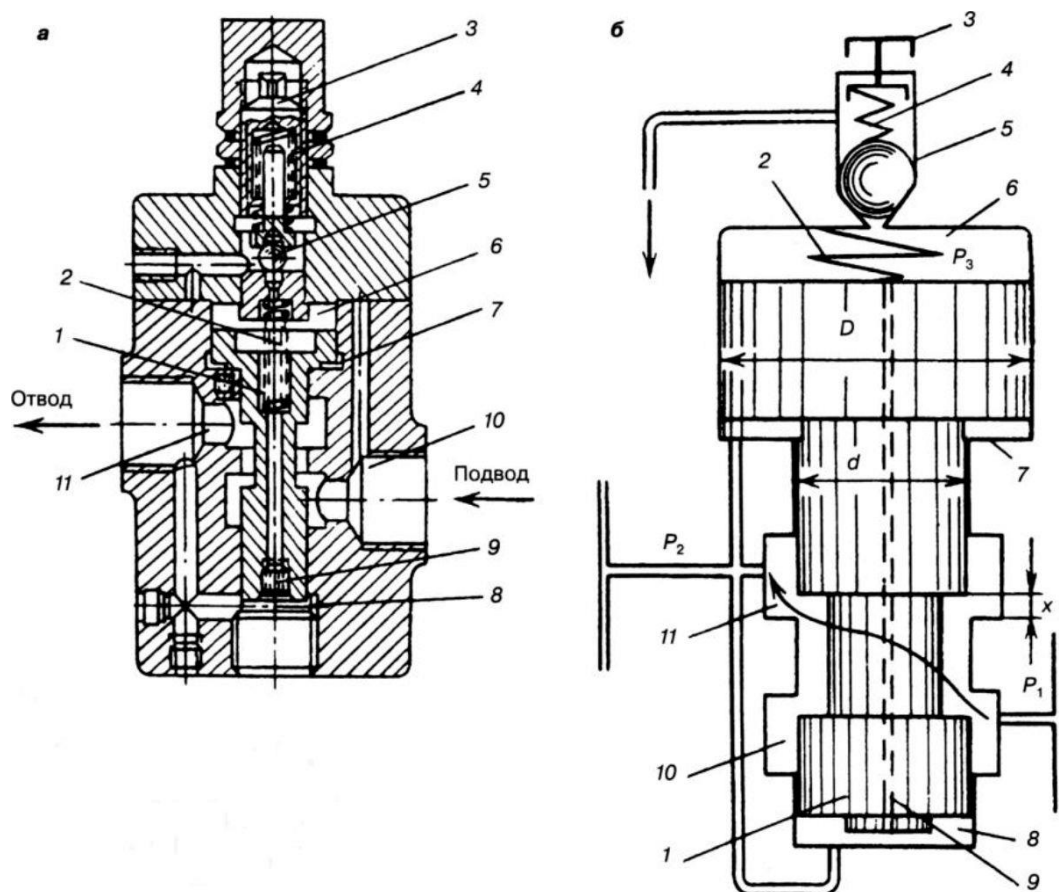


Рисунок 2.12 – Редукционный клапан типа Г57:

а - конструкция; б - принципиальная схема; 1 - золотник; 2, 4 - пружины; 3 - регулировочный винт; 5 - шариковый клапан; 6, 7, 8, 10, 11 - полости; 9 - капиллярный канал

В случае больших расходов через редукционный клапан с целью уменьшения габаритов пружины используют клапаны непрямого действия, в которых управление основным запорно-регулирующим органом осуществляется вспомогательным устройством, работающим под действием потока рабочей жидкости с давлением P_2 .

Клапан состоит из основного запорно-регулирующего элемента - золотника 1 ступенчатой формы, нагруженного нерегулируемой пружинной 2, имеющей малую жесткость, и вспомогательного запорно-регулирующего элемента 5 в виде шарикового клапана. Силу натяжения пружины 4 шарикового клапана можно изменять регулировочным винтом 3.

В корпусе клапана имеются каналы, соединяющие полости 7 и 8 с выходом, а в золотнике 1 - капиллярный канал 9, соединяющий полость 6 с полостью 8, а через последнюю и с выходом клапана. Если пружина шарикового клапана настроена на давление, большее чем давление P_1 в напорной гидролинии, то золотник 1 занимает исходное (крайнее нижнее на Рисунок 2.12 а, б) положение. В этом случае в полостях 6, 7 и 8 будет одинаковое давление, равное P_1 . При этом полость 10 соединена с полостью 11 и рабочая жидкость свободно протекает через клапан из напорной гидролинии в ответвление. Редуцирования давления при этом не происходит. При

настройке шарикового клапана на давление $P_2 < P_1$ он откроется и рабочая жидкость в небольшом количестве из полости 6 будет поступать на слив. В капиллярном канале 9 золотника создается течение рабочей жидкости с потерей в нем давления на преодоление гидравлических сопротивлений. В результате этого давление рабочей жидкости в полости 6 снизится и золотник поднимется вверх, уменьшив площадь живого сечения между полостями 10 и 11. Это, в свою очередь, вызовет понижение давления в полостях 11, 8, 7 и 6, опускание золотника и увеличение площади живого сечения между полостями 10 и 11. В конечном итоге золотник, совершая колебательные движения, установится на определенной высоте, при этом всякое изменение давления в напорной гидролинии или в ответвлении от нее вызывает ответное перемещение золотника. В результате за счет дросселирования происходит редуцирование давления P_1 а давление на выходе клапана поддерживается постоянным. Пустота 7 оказывает демпфирующее влияние на золотник, уменьшая его колебания.

Редукционные клапаны типа Г57 выпускаются для расходов до 140 л/мин. Максимальное давление на входе клапана составляет 20 МПа. Наименьшее и наибольшее редуцированное давление соответственно 0,3 и 5,0 МПа (основное исполнение клапана).

Второй тип редукционных клапанов обеспечивает только установленное соотношение между давлениями на входе и выходе из клапана.

Контрольные вопросы

1. Основные каналы в корпусе распределителя и их назначение.
2. Устройство золотника и приемы управления им гидросистемой.
3. Как производится перемещение золотника и удержание его в одном из четырех положений?
4. Устройство и работа автомата возврата золотника в нейтральное положение.
5. Как осуществляется проход масла из полости нагнетательного канала в бустерное устройство автомата возврата золотника в нейтральное положение и путь отвода этого масла на слив.
6. Назначение калиброванного отверстия и пружины в перепускном клапане. Как осуществляется управление перепускным клапаном?
7. Назначение и устройство предохранительного клапана. Совместная работа перепускного и предохранительного клапанов гидрораспределителя.
8. Назначение и принцип работы гидрозамка.
9. Устройство и работа крановых гидрораспределителей.
10. Какие виды редукционных клапанов существуют? Их принципиальные отличия.
11. Устройство и работа редукционного клапана постоянного давления.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГИДРОЛИНИЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Цель работы: Изучить устройство трубопроводов, соединительной арматуры, гидробаков, кондиционеров и гидроаккумуляторов.

Трубопроводы. Агрегаты гидросистем машин соединяют жесткими и гибкими рукавами (Рисунок 3.1), по которым подают рабочую жидкость от насоса к распределителю, контрольно-регулирующей аппаратуре и исполнительным органам и отводят от них жидкость в сливную магистраль.

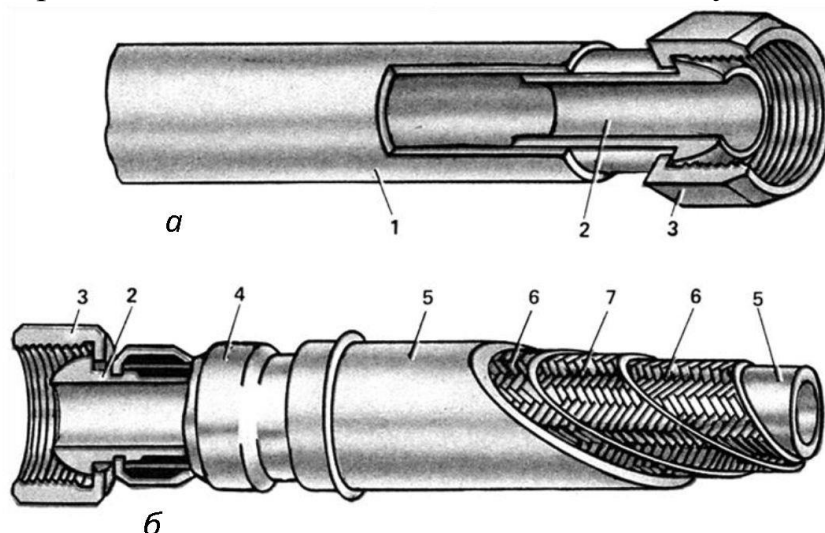


Рисунок 3.1 – Трубопроводы: *а* - металлический; *б* - гибкий рукав (шланг); 1 - металлическая труба; 2 - ниппель; 3 - накидная гайка; 4 - муфта; 5 - слой резины; 6 - хлопчатобумажная оплетка; 7 - металлическая оплетка

Металлические трубопроводы применяют для соединения гидроагрегатов, не имеющих взаимного перемещения. Например, в гидросистемах жесткими трубопроводами соединяют бак с насосом и распределителем.

Гибкие рукава (шланги) применяют для соединения гидроагрегатов и узлов, имеющих взаимное перемещение. Гибкий резино-металлический однооплеточный рукав (Рисунок 3.1, б) состоит из резиновых слоев 5, хлопчатобумажной или капроновой оплеток 6, металлической оплетки 7. В рукавах применяют маслостойкую резину.

На обоих концах рукава смонтированы неразборные наконечники, каждый из которых состоит из ниппеля 2, накидной гайки 3 и муфты 1.

В устройствах для присоединения маслопроводов к агрегатам и соединения их между собой не должно быть утечек масла. В гидросистемах применяются главным образом ниппельные соединения как для металлических труб, так и для гибких шлангов (Рисунок 3.2).

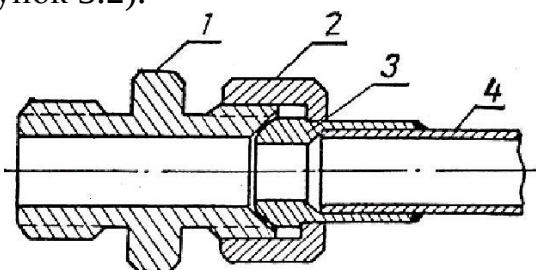


Рисунок 3.2 – Присоединительное устройство трубопроводов:
1 - проходной штуцер; 2 - накидная гайка; 3 - ниппель; 4 - труба

В отверстие агрегата ввертывается проходной штуцер 1 с резьбой на обоих концах. Со стороны присоединения к агрегату на штуцере сделана выточка для уплотнения, с другой стороны с другой стороны отверстие имеет коническую расточку. Достаточно надежное уплотнение получается благодаря плотному прилеганию сферы ниппеля к внутреннему конусу штуцера при заворачивании накидной гайки. При соединении двух трубопроводов используется проходной штуцер с коническими расточками на обоих концах. Если штуцер имеет разные диаметры резьбы на концах, он называется переходным.

Арматура. Основными элементами арматуры гидроприводов являются запорные и разрывные устройства.

Соединительная муфта (запорное устройство) предназначена для быстрого разъема и снятия гибких рукавов без слива рабочей жидкости из гидросистемы и для предохранения ее от попадания грязи при разъединении. Соединительная муфта облегчает монтаж и демонтаж выносных цилиндров.

Соединительная муфта (Рисунок 3.3) состоит из двух запорных клапанов в сборе и накидной гайки 4, соединяющей эти клапаны.

Каждый клапан состоит из корпуса 3, 6, запорного шарика 12, 11, пружины 10, 13, крестовины 14, 9, штуцера 1, 8 и уплотнительной шайбы 2, 7. В качестве уплотнения между корпусами 3 и 6 применяют резиновое кольцо 5.

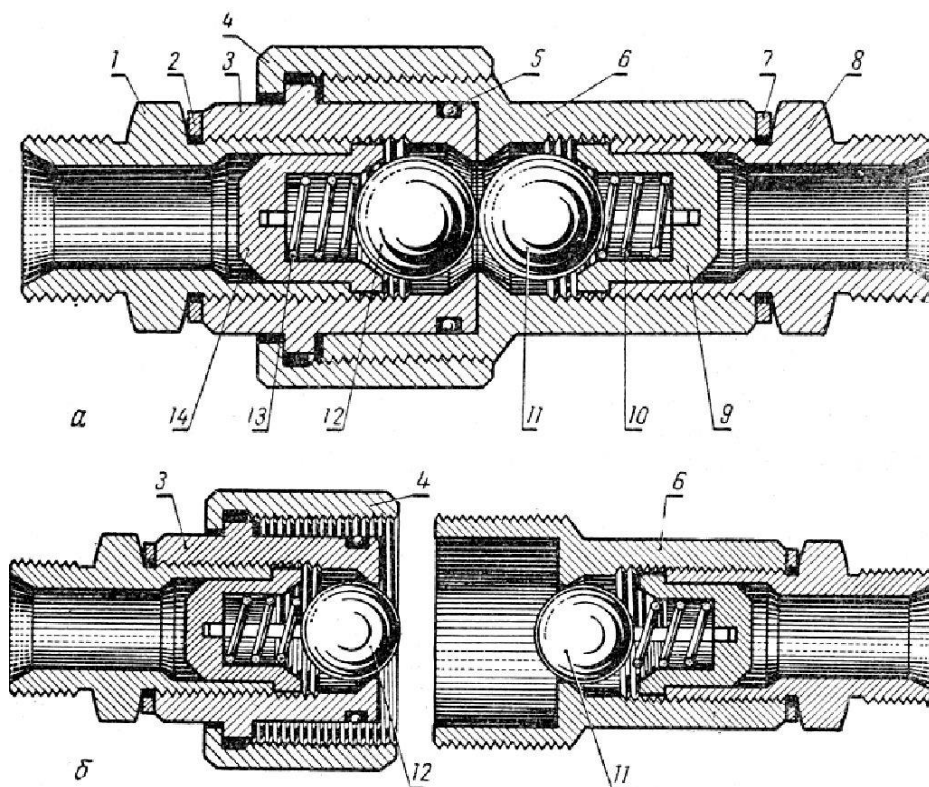


Рисунок 3.3 – Соединительная муфта (запорное устройство): *а* - маслопроводы соединены; *б* - маслопроводы разъединены; 1, 8 - проходные штуцеры; 2, 7 - уплотнительные шайбы; 3 - левый корпус клапана; 4 - накидная гайка; 5 - резиновое уплотнительное кольцо; 6 - правый корпус клапана; 9, 14 - крестовины; 10, 13 - пружины клапанов; 11, 12 - шарики

Если оба клапана стянуты соединительной гайкой, шарики, упираясь друг в друга, сжимают пружины и отходят от своих седел. Благодаря этому рабочая жидкость свободно проходит сквозь отверстия штуцеров правого 8 и левого 1. Если клапаны разъединены, пружины, находящиеся в крестовинах, плотно

прижимают шарики к коническим седлам корпусов 3 и 6 и запирают выход рабочей жидкости из трубы и гибкого рукава.

Соединительную муфту устанавливают между распределителем и силовым цилиндром, то есть одну часть муфты (запорный клапан) присоединяют к металлическому трубопроводу,

идущему от распределителя, а другую - к гибкому рукаву, идущему к цилиндру. Соединительные муфты устанавливают на обоих маслопроводах, связывающих распределитель с потребителем (силовой цилиндр или гидромотор).

При соединении гибкого рукава (шланг) с металлическим трубопроводом накидную гайку 4 нужно наворачивать полностью. При неполном наворачивании гайки 4 шарики 12 и 11 не полностью откроют проходные сечения для рабочей жидкости и гидросистема будет работать неудовлетворительно или совсем работать не будет.

Соединительные муфты (запорные устройства), устанавливаемые на гидросистемах, однотипны по конструкции, но различаются размерами, то есть пропускной способностью.

Разрывную муфту применяют при работе трактора с прицепными гидрофицированными машинами. Разрывная муфта предназначена для автоматического разъединения гибких шлангов высокого давления при действии на них внешней осевой нагрузки, для предохранения соединяемых гибких шлангов высокого давления от разрывов при действии на них внешних осевых нагрузок, а также для предотвращения вытекания рабочей жидкости из шлангов при их принудительном разъединении. Разрывные муфты устанавливают на специальных кронштейнах на гидрофицированной прицепной машине между шлангами, идущими от распределителя к силовому цилиндру.

Разрывная муфта конструктивно напоминает соединительную, но обе ее половины (запорные клапаны) соединены между собой не накидной гайкой, а специальным соединительным замком.

Разрывная муфта состоит из двух запорных клапанов и шарикового замка, в который входят: обойма фиксатора 2, пружина фиксатора 1 и замковые шарики 3. Герметизируют корпуса клапанов муфты уплотнительным резиновым кольцом 4 (Рисунок 3.4).

В корпусе 5 в конических гнездах расположено восемь шариков 3, которые являются фиксаторами. Чтобы шарики 3 не выпадали, они завальцованы в гнездах левого корпуса. Если муфта замкнута (Рисунок 3.4, а), шарики 3 находятся в кольцевой канавке правого корпуса 6. Выйти из этой канавки шарики не могут, так как их запирает обойма фиксатора 2.

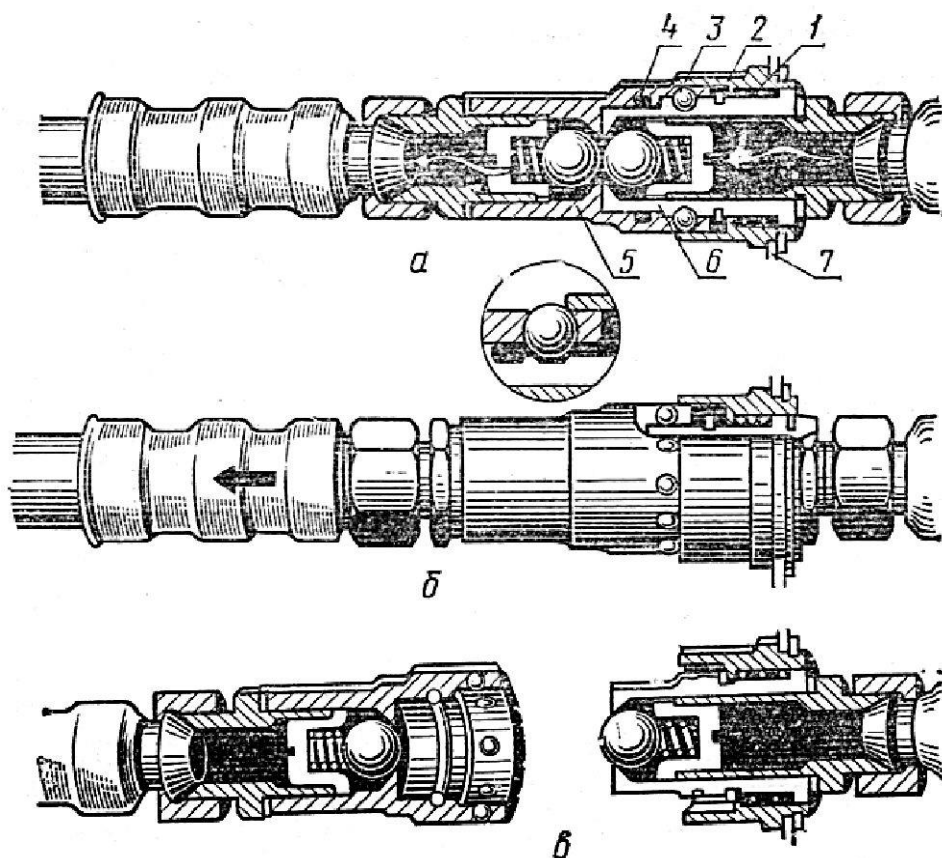


Рисунок 3.4 – Разрывная муфта: *а* - в рабочем положении; *б* - в начале размыкания; *в* - в разомкнутом положении; 1 - пружина фиксатора; 2 - обойма фиксатора; 3 - шарик замка; 4 - резиновое уплотнительное кольцо; 5 - левый корпус клапана; 6 - правый корпус клапана; 7 - кронштейн

При использовании разрывной муфты обойму фиксаторов 2 устанавливают в кронштейн 7, который закрепляют на прицепной машине, а к штуцерам муфты присоединяют шланги. Муфты всегда устанавливают попарно на прицепной машине.

При отсоединении прицепной машины в шланге возникает осевое усилие. Как только оно достигнет величины 150... 200 или 200... 300 Н, обе половины муфты смещаются влево, сжимая пружину 1 фиксатора. При этом обойма фиксаторов остается неподвижной. Движение обеих половинок муфты влево продолжается до выхода шариков 3 из-под обоймы фиксатора 2 (Рисунок 4.4, б). После этого шарики 3 получают свободу перемещения в радиальном направлении и выходят из кольцевой канавки корпуса 6, следовательно, обе половины муфты разъединяются, а запорные клапаны муфты преграждают выход рабочей жидкости из шлангов (Рисунок 3.4, в).

Баки гидравлических систем служат резервуаром для рабочей жидкости. Объем бака рассчитан на такое количество рабочей жидкости, которое обеспечивает в течение рабочей смены нормальную работу гидросистемы, то есть очистку и охлаждение рабочей жидкости, пополнение наружных утечек, компенсацию разности объемов полостей силовых цилиндров, и предотвращает подсос воздуха на линии всасывания при работе транспортного средства на уклонах до 12 град. Объем бака должен быть равен не менее одной третьей минутной объемной подачи насоса.

Бак гидросистемы соединяют с насосом всасывающим маслопроводом, а с распределителем - сливной трубой. Баки гидросистем бывают или штампованные из стального листа толщиной 1,8...2 мм или из пластмассы.

Бак состоит из резервуара 23, в верхней части которого есть заливная горловина, закрываемая крышкой 4 (Рисунок 3.5).

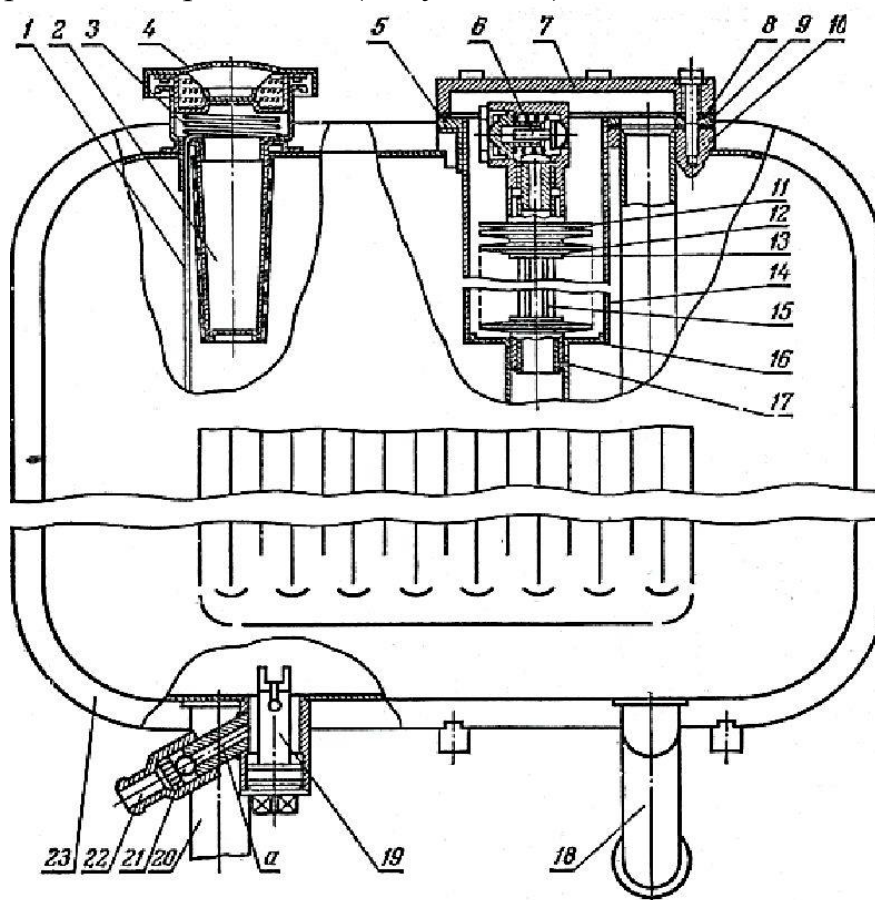


Рисунок 3.5 – Бак гидросистемы: *a* - сливной канал; 1 - масломерная линейка; 2 - фильтр заливной горловины; 3 - пружина; 4 - крышка заливной горловины; 5, 10 - фланцы; 6 - предохранительный клапан фильтра; 7 - крышка; 8, 9 - прокладки; 11, 13 - шайбы; 12 - фильтрующий элемент; 14 - корпус фильтра; 15 - центральная трубка; 16 - дно корпуса фильтра; 17 - втулка; 18 - сливная труба; 19 - сливная пробка с магнитом; 20 - заборная труба; 21 - запорный шарик; 22 - штуцер; 23 - корпус гидробака

К дну бака приварены: спускная горловина, которую закрывают пробкой 19, в большинстве случаев снабженной магнитом; сливной штуцер 22, заборная труба 20, по которой рабочая жидкость из бака подводится к всасывающей полости насоса, а также сливная труба 18, соединенная со сливной трубой распределителя. К боковой стенке бака приварен фланец 5, в который помещены стакан (корпус) 14 с фильтрующими элементами 12 и предохранительным клапаном 6. В заливной горловине под крышкой 4 помещен сетчатый фильтр 2 для фильтрации рабочей жидкости при заполнении ею бака. Полость бака гидросистемы сообщается с атмосферой через сапун, устроенный в крышке 4.

Расположение бака гидросистемы на транспортном средстве выбирают таким, чтобы верхний уровень рабочей жидкости в баке был не ниже входного отверстия насоса. Высота столба жидкости над всасывающим отверстием в

насосе должна быть не менее 150 мм. Внутри бака обычно делают перегородку на две трети высоты бака, отделяющую всасывающую линию от сливной.

Расположение фильтров в сливной магистрали дает то преимущество, что во всасывающей и нагнетательной гидролиниях не создается сопротивление, снижающее коэффициент полезного действия насоса. Однако такое расположение фильтров имеет и недостатки, масло поступает к поверхностям трения (прецизионным парам) без предварительной очистки, что приводит к повышенному их износу. В связи с этим в современных гидросистемах, особенно с электромагнитными клапанами фильтр устанавливается в линии нагнетания и используется бумажный фильтрующий элемент.

Контроль за уровнем рабочей жидкости в баке осуществляется с помощью смотрового стекла, мерной линейки, в настоящее время немного реже контрольной пробки.

Кондиционеры. Кондиционерами рабочей жидкости называются устройства предназначенные для получения необходимых качественных показателей состояния рабочей жидкости. В гидравлических системах применяют два вида кондиционеров: отделители твердых частиц (фильтры) и теплообменники (радиаторы).

Фильтры гидравлических систем. В раздельно-агрегатных гидросистемах транспортно-технологических машин применяют сетчатые фильтры, которые устанавливают на конце сливной трубы распределителя. Их называют сливными фильтрами. Полная площадь поверхности сетчатого фильтра должна превышать сечение входного отверстия фильтра в 40..60 раз.

Сливной фильтр гидросистемы (Рисунок 3.6) состоит из штампованного корпуса 12, нижней крышки или горловины (фланец) 6, фильтрующей секции и крышки 5. Фильтрующая секция состоит из перфорированной трубки 15, на которой собран пакет фильтрующих элементов 13, шарикового перепускного клапана в сборе и отражателя 1. Перепускной клапан собран на трубке 15 из стакана 9, пружины 8, шарика 7 и корпуса 3.

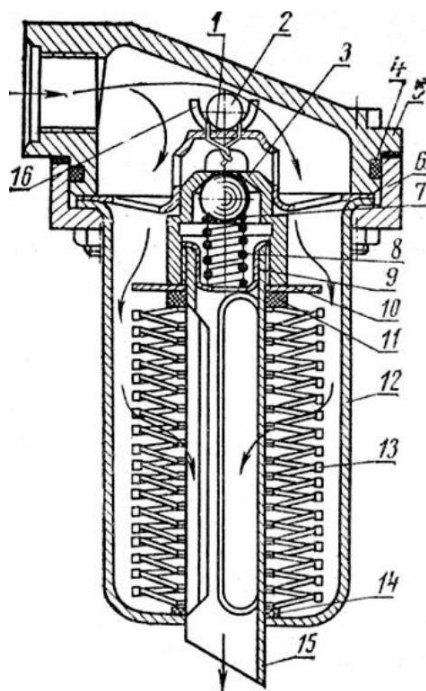


Рисунок 3.6 – Сливной фильтр гидравлической системы:

1 - отражатель; 2 - пробка; 3 - корпус предохранительного клапана; 4 - кольцо уплотнительное; 5 - крышка фильтра; 6 - фланец; 7 - шарик предохранительного клапана; 8 - пружина; 9 - опорный стакан;

10 - шайба отражателя; 11 - шайба; 12 - корпус фильтра; 13 - фильтрующий элемент; 14 - шайба; 15 - труба фильтра; 16 - магнит

Перепускной клапан служит для перепуска жидкости в бак гидросистемы в случае засорения фильтрующих элементов. Давление открытия перепускного клапана в навесных гидросистемах тракторов составляет 0,2-0,35 МПа. На корпусе клапана установлен отражатель 1, который прижимает фильтрующую секцию к корпусу фильтра. Отражатель имеет форму, позволяющую ему пружинить и гасить сильные струи жидкости, предохраняя сетчатые элементы от резких ударов.

Фильтрующие элементы 13 унифицированы для большинства гидросистем. Размер квадратной ячейки фильтрующих сеток 0,125х0,125 мм при диаметре проволоки 0,09 мм. Количество фильтрующих элементов в фильтре гидросистемы зависит от объемной подачи насоса.

Рабочая жидкость из сливной магистрали распределителя поступает через крышку 5 и отражатель 1, как показано стрелками на рисунке, во внутреннюю полость корпуса фильтра. Из корпуса жидкость процеживается через фильтрующие элементы и по прорезам в трубке 15 идет в бак гидросистемы.

В настоящее время разработан ряд унифицированных фильтров из нетканых материалов для тракторных гидросистем с номинальной пропускной способностью одного элемента от 32 до 160 л/мин, их конструкция аналогична конструкции фильтров смазочной системы двигателя.

В зависимости от давления в гидросистеме и условий работы фильтры устанавливаются последовательно в основной гидролинии (их называют полнопоточными), а неполнопоточные фильтры устанавливают параллельно основной гидролинии.

Фильтр гидросистемы трансмиссии (Рисунок 3.7) предназначен для очистки рабочей жидкости гидросистемы коробки передач от механических примесей. Он состоит из корпуса 6, крышки 9, фильтрующих элементов 5, перепускного клапана 8, стакана 3 с приваренным донным и редукционным клапаном. Рабочая жидкость из стакана 3 проходит через сетчатые фильтрующие элементы 5 и через прорезы в центральную трубку 4 фильтра и далее по сверлениям крышки поступает в редукционный клапан. Здесь часть рабочей жидкости под давлением 0,85... 0,95 МПа поступает в механизм переключения передач, а остальная рабочая жидкость под давлением 0,1-0,2 МПа идет на смазку деталей коробки передач. Грязь и механические частицы, содержащиеся в рабочей жидкости, оседают на поверхности фильтрующих элементов.

На входной магистрали в фильтр установлен перепускной клапан 8, отрегулированный на давление 0,3-0,55 МПа, который перепускает рабочую жидкость в редукционный клапан в случае засорения фильтра. Редукционный клапан служит для поддержания постоянного давления рабочей жидкости в гидросистеме коробки передач. Если давление рабочей жидкости, поступающей на смазку, превышает 0,15 МПа, то лишняя рабочая жидкость сбрасывается в картер коробки передач через клапан ограничения давления смазки, установленный в гидросистеме коробки перемены передач.

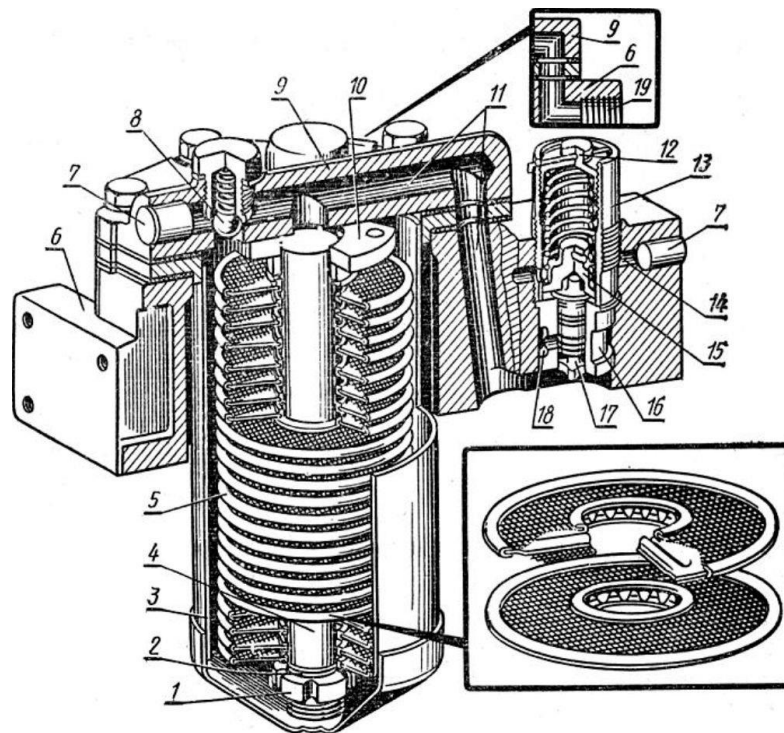


Рисунок 3.7 – Фильтр гидросистемы трансмиссии:

1 - гайка стяжки фильтрующих элементов; 2 - стопорная шайба; 3 - стакан фильтра; 4 - трубка основания фильтра; 5 - фильтрующие элементы; 6 - корпус фильтра; 7 - заглушка; 8 - перепускной клапан; 9 - крышка фильтра; 10 - основание фильтра; 11 - каналы отвода чистой рабочей жидкости; 12 - пробка регулирования усилия пружины; 13 - гильза редукционного клапана; 14 - канал слива рабочей жидкости в картер; 15 - тарелка пружины; 16 - седло клапана; 17 - редукционный клапан; 18 - полость для перепуска рабочей жидкости в магистраль смазки

Радиаторы гидросистем предназначены для охлаждения рабочей жидкости, если она поднимается выше допустимых пределов. На рисунке 3.8 представлен стальной радиатор, трубчато-ребристый, однорядный. Он состоит из двух коллекторов 4 (Рисунок 3.8), соединенных между собой четырьмя трубами 2, к которым припаяны ребра 1. Радиатор соединен патрубком одного коллектора с регулятором расхода, а патрубком второго коллектора - с баком для рабочей жидкости.

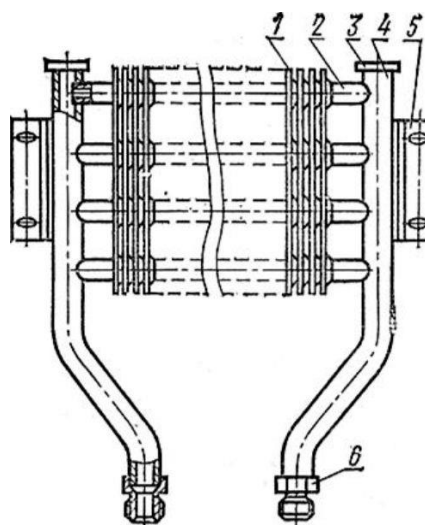


Рисунок 3.8 – Радиатор гидросистемы:

1 - ребро; 2 - трубка; 3 - заглушка; 4 - коллектор; 5 - кронштейн; 6 - штуцер

Гидроаккумулятор. Гидроаккумулятор гидросистемы трансмиссии показан на рисунке 3.9.

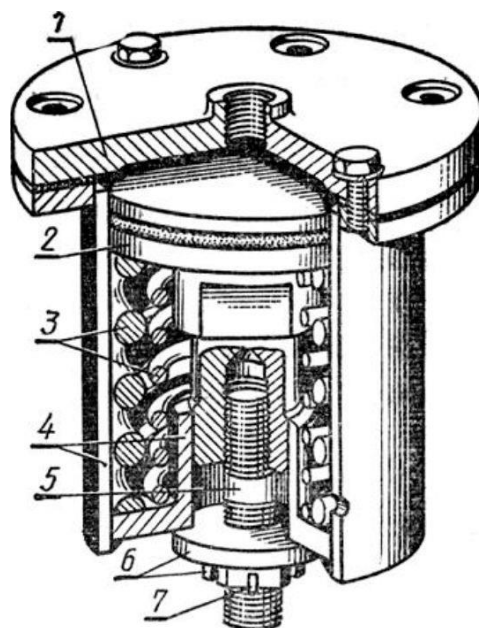


Рисунок 3.9 – Пружинный гидроаккумулятор гидросистемы трансмиссии:

1 - крышка гидроаккумулятора; 2 - поршень с резиновым кольцом, уплотнением и направляющим штоком; 3 - внутренняя и наружная пружины с разным направлением навивки; 4 - корпус гидроаккумулятора с отверстием в днище для направляющего штока поршня; 5 - шпилька; 6 - упор с приваренной корончатой гайкой; 7 - шплинт

Гидроаккумулятор состоит из корпуса 4 с отверстием в днище для направляющего штока; поршня 2 с резиновым кольцом уплотнения и направляющим штоком; внутренней и наружной пружин 3, имеющих различное направление навивки; шпильки 5; упора 6 с приваренной корончатой гайкой и крышки 1, прикрепленной к фланцу корпуса гидроаккумулятора шестью винтами.

В центре крышки есть резьбовое отверстие для ввертывания штуцера, через который подводят рабочую жидкость к гидроаккумулятору. Между крышкой 1 и корпусом 4 зажата уплотнительная прокладка.

При зарядке гидроаккумулятора поршень 2 под действием рабочей жидкости преодолевает усилия пружин 3 и сдвигает их в сторону днища. При разряженном состоянии гидроаккумулятора поршень прижат к крышке усилием пружины. Пружины упираются одним торцом в поршень, а другим в днище корпуса. Шпилька 5 с упором 6 и гайкой служат для создания первоначально сжатия пружины, которое составляет примерно 5 кН.

Гидроцилиндр. Гидроцилиндр - это объемный гидродвигатель. Он предназначен для подъема, опускания и удержания навесной машины или рабочих органов в заданном положении.

Гидроцилиндры конструктивно подобны и различаются лишь размерами, грузоподъемностью, ходом штока и некоторыми особенностями устройства присоединительных узлов. Марки цилиндров: Ц-55, Ц-75, Ц-90, Ц-100, Ц-110 и Ц-125. Цифры указывают диаметр цилиндра (в мм).

Принудительное движение поршня под давлением масла возможно как в одном, так и в другом направлении (двустороннее действие).

Основные детали гидроцилиндра: стальной корпус (гильза) 9 (Рисунок 3.10), алюминиевый поршень 4, стальной шток 3, чугунные крышки 5 и 14, стянутые четырьмя шпильками и соединенные трубчатым маслопроводом 7. В местах соединения деталей установлены уплотнители.

На наружном конце штока закреплен подвижной упор 13, а в головке цилиндра под упором размещен гидромеханический клапан 10. Он ограничивает ход поршня в цилиндре. Вначале клапан перемещается упором 13 втягивающегося штока (позиция I), а затем - потоком масла, вытекающего из маслопровода 7 (позиция II).

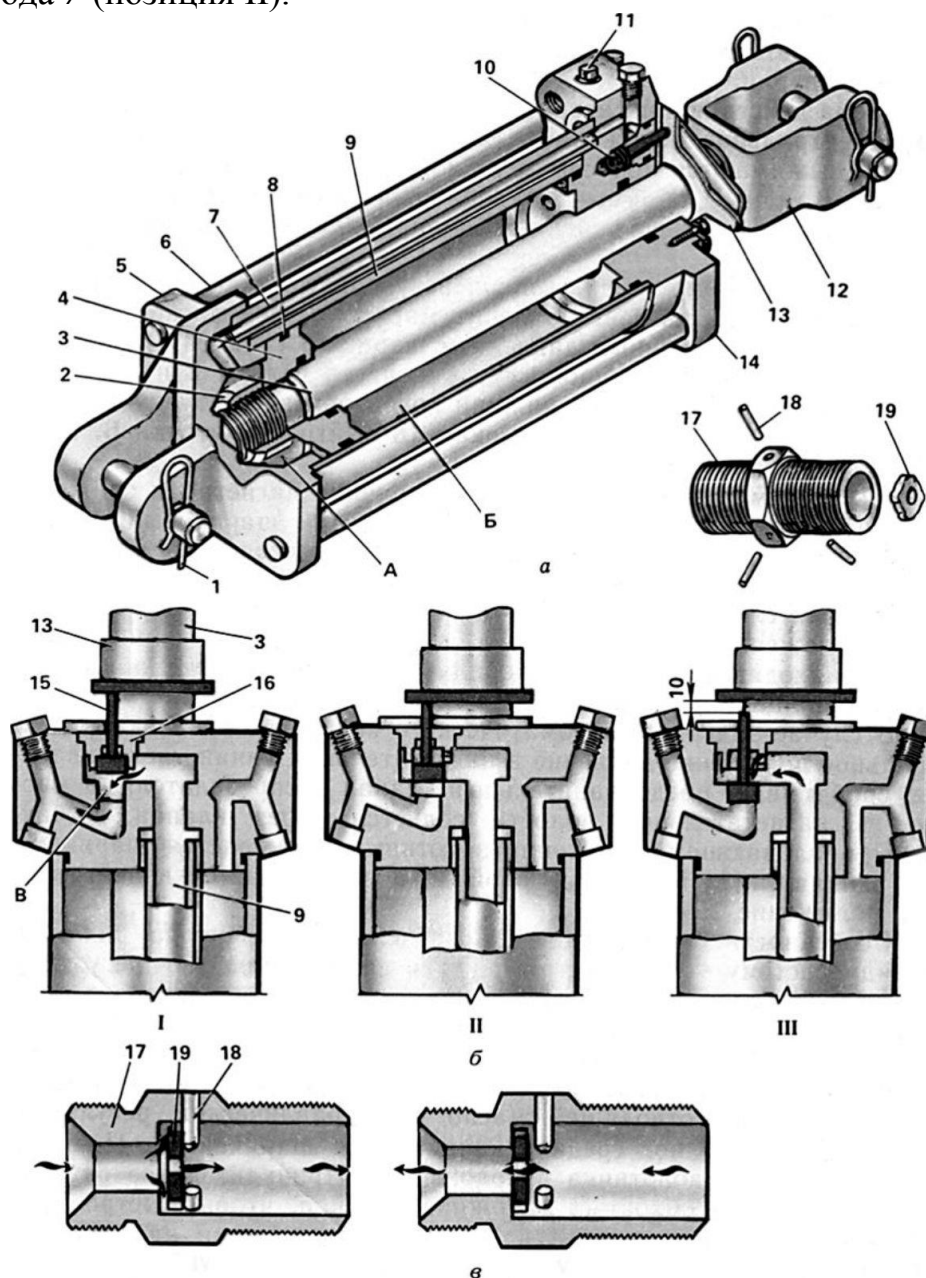


Рисунок 3.10 – Гидроцилиндр:

а - общий вид; *б, в* - схемы действия гидромеханического и замедлительного клапанов; 1 - шплинт; 2 - гайка; 3 - шток; 4 - поршень; 5, 14 - задняя и передняя крышки; 6 - шпилька; 7 - маслопровод; 8 - уплотнительное кольцо; 9 - корпус цилиндра; 10 - клапан гидромеханического регулятора; 11 - заглушка; 12 - вилка штока; 13 - упор; 15 - хвостовик клапана; 16 - корпус клапана; 17 - штуцер; 18 - штифт; 19 - шайба клапана; А и Б - полости цилиндра; В - гнездо клапана

Когда клапан опускается в седло (позиция III), запирается выход масла из передней полости цилиндра. При этом клапан отходит от подвижного упора на 10...12 мм. Во время обратного хода поршня масло выталкивает клапан из седла и проходит в заднюю полость цилиндра.

Перемещением упора на штоке ограничивают ход машины.

Масло поступает в полость подъема поршня через замедлительный клапан. При этом шайба 19 (Рисунок 3.10, в) прижимается к штифтам 18, и масло свободно проходит в цилиндр. Но когда машина опускается, масло прижимает шайбу к штуцеру и проходит только через ее калиброванное отверстие. Скорость потока рабочей жидкости уменьшается, и навешенная машина опускается без удара.

На рисунке 3.11 показан телескопический гидроцилиндр подъема кузова автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б.

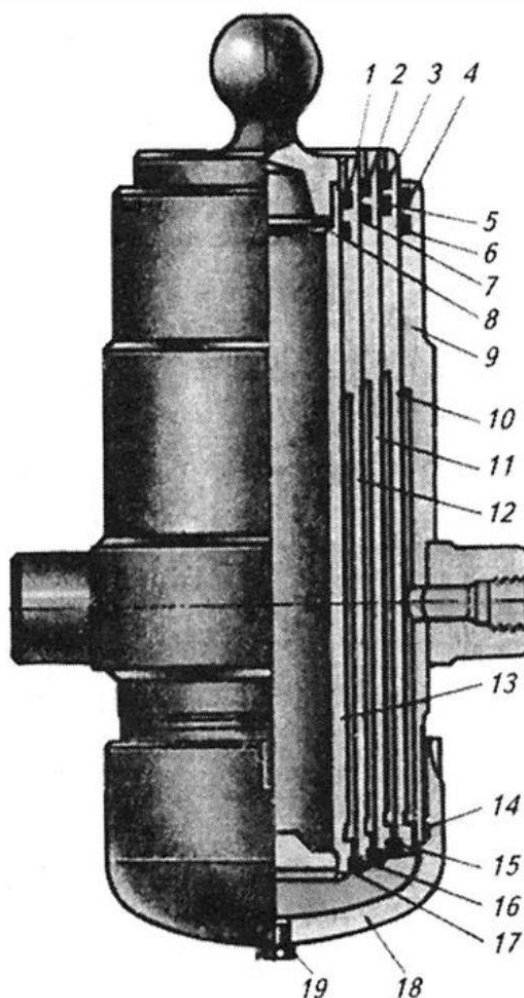


Рисунок 3.11 – Телескопический гидроцилиндр автомобиля ГАЗ-САЗ-53Б:

1, 2, 3, 4 - грязесъемники; 5, 6, 7, 8, 14 - уплотнительные кольца; 9 - корпус; 10, 11, 12, 13 - плунжеры; 15, 16, 17 - стопорные кольца; 18 - днище; 19 - сливная пробка

Внутри корпуса 9 телескопического гидроцилиндра концентрично расположены четыре выдвижных звена - плунжеры 10, 11, 12, 13.

На корпус надета и приварена цапфа для шарнирного соединения гидроцилиндра с нижней опорой. Верхняя шаровая опора приварена к четвертому (центральному) плунжеру 13, закрытому снизу заглушкой. На

нижней части корпуса 9 нарезана резьба, на которую навернуто днище 18 с уплотнительным кольцом 14 и пробкой 19 для слива отстоя.

На наружной поверхности нижней части плунжеров выполнены бурты, а на внутренних поверхностях корпуса 9, первого 10, второго 11 и третьего 12 плунжеров - две ступени, одна канавка в нижней части для стопорных колец 15, 16, 17 и по две канавки в верхней части для грязесъемников 1, 2, 3, 4 и уплотнительных колец 5, 6, 7, 8. Стопорные кольца 15, 16, 17 через бурты препятствуют перемещению плунжеров вниз, а бурты и ступени надежно ограничивают их выдвижение. Масло в полость днища 18 подводится через канал в цапфе и канавки в бурте первого плунжера.

Под давлением масла плунжеры гидроцилиндра 7, начиная с большего и кончая меньшим, выдвигаются на 762 мм, вызывая поворот кузова назад на угол 50°, направо или налево - на угол 48°.

Контрольные вопросы

1. Какие трубопроводы используются в гидросистемах их устройство?
2. Назначение и устройство соединительных муфт.
3. Назначение и устройство разрывных муфт.
4. Перечислите основные элементы гидробака.
5. Какие требования предъявляются к гидробакам?
6. Какие виды кондиционеров используются в гидравлических системах?
7. Устройство и работа сливного фильтра.
8. В чем отличие сливного фильтра от фильтра гидросистемы трансмиссии?
9. Устройство и работа гидроаккумулятора.
10. Назначение и принцип работы гидромеханического клапана гидроцилиндра.
11. Принцип работы телескопического гидроцилиндра.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

УСТРОЙСТВО И РАБОТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЕЙ

Цель работы: Изучить устройство и работу гидромуфт, гидротрансформаторов и гидродинамических передач.

Общие сведения. Любая гидродинамическая передача состоит из двух или более лопастных колес. *Лопастное колесо*, соединенное с источником энергии (двигателем), называют *насосным*, а колесо, соединенное с потребителем энергии (ведущими колесами) называется *турбинным*.

В гидродинамической передаче (в дальнейшем - гидropередаче) передаточное отношение изменяется бесступенчато и автоматически, в зависимости от изменения внешней нагрузки.

Гидropередачи, в зависимости от того как происходит передача момента от насосного колеса к турбинному колесу, подразделяют на:

- гидродинамические муфты (гидравлические муфты или гидромуфты);
- гидродинамические трансформаторы (гидравлические трансформаторы или гидротрансформаторы).

Гидромуфта - это наиболее простая по устройству гидropередача, состоящая из насосного и турбинного колеса.

Гидротрансформатор является гидropередачей более сложной конструкции, способной непрерывно и автоматически изменять коэффициент трансформации в зависимости от сопротивления на его ведомом валу (т.е. от сопротивления движению автомобиля).

Гидравлическая муфта (гидромуфта). Гидромуфта самый простой элемент гидромеханической трансмиссии. Крутящий момент на ведущем валу гидромуфты равен крутящему моменту на ведомом валу, таким образом, гидромуфта не изменяет крутящий момент, передаваемый через нее с вала двигателя на коробку передач.

Гидромуфта состоит из трех основных деталей - картера, ведущего (насосного) колеса и ведомого (турбинного) колеса (Рисунок 4.1). Насосное и турбинное колеса имеют одинаковую конструкцию и обычно совпадают по форме. В разрезе оба колеса

имеют форму полуокружности, образуя в собранном виде окружность с небольшим зазором по центру. Внутри желоба колес установлены поперечные лопасти - в ведущем колесе направляющие, в ведомом турбинные. Колеса установлены напротив друг друга с минимальным зазором. Внутренняя полость картера гидромуфты заполнена маслом.

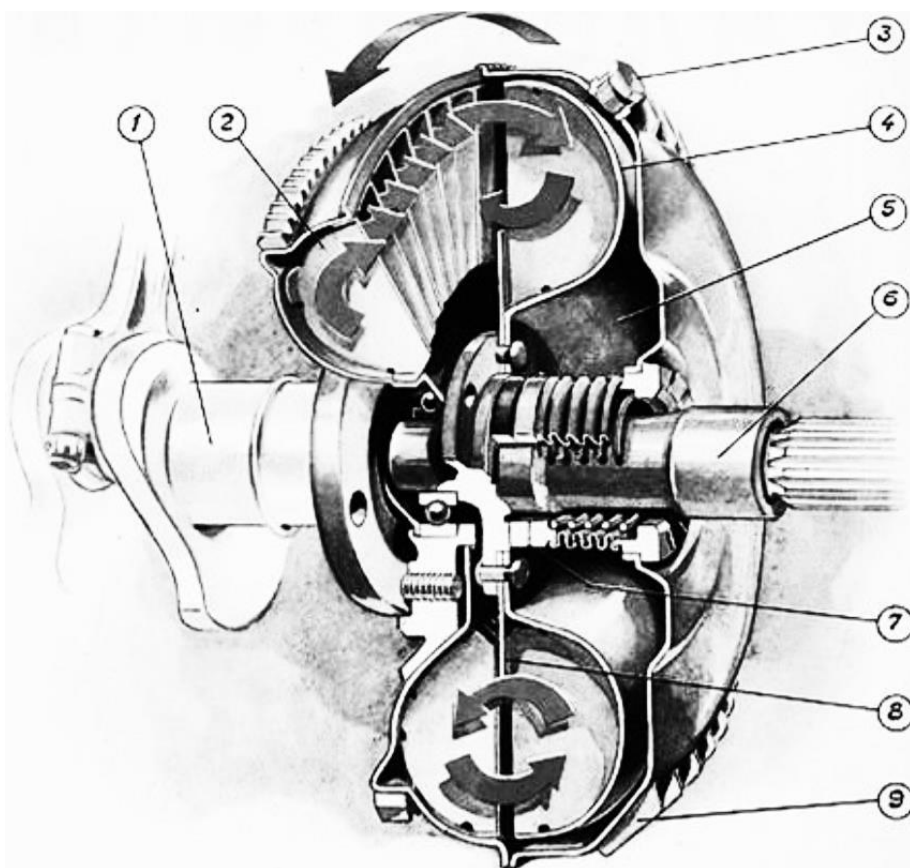


Рисунок 4.1 – Гидромуфта:

1 - коленчатый вал двигателя; 2 - насосное колесо; 3 - заливная пробка; 4 - турбинное колесо; 5 - дополнительная полость; 6 - ведомый вал; 7 - торцевое уплотнение; 8 - порожек; 9 - ребра для воздушного охлаждения муфты

Насаженное на вал двигателя подобно ведущему диску сцепления насосное колесо вращается внутри герметичного картера гидромуфты, приводя направляющими лопатками в движение заполняющее гидромуфту масло. Вязкое масло попадает на турбинные лопатки ведомого колеса, передавая им кинетическую энергию насосного колеса, в результате чего ведомое колесо приходит во вращение. При увеличении оборотов двигателя движение масла внутри гидромуфты усложняется. Оно складывается из переносного и относительного движений. При этом переносное движение масла возникает при воздействии вращающихся лопаток насосного колеса. А относительное движение возникает под действием центробежных сил - масло перемещается от центра насосного колеса к его периферии. Таким образом суммарная скорость движения масла, отбрасываемого лопатками насосного колеса на турбинные лопатки ведомого колеса определяется векторной суммой скоростей переносного и относительного движения. На практике это означает, что при повышении частоты вращения ведущего колеса гидромуфты повышаются обе составляющие суммарной скорости движения масла, но при этом возрастающая скорость относительного движения снижает КПД гидромуфты, поскольку часть кинетической энергии лопаток насосного колеса расходуется на центробежное перемещение масла.

Раньше гидромуфты устанавливаются на автомобили с полу-автоматическими коробками передач (грузовые, автобусы, реже легковые), на тракторы, в авиационные турбины, в настоящее время применяются в металлообрабатывающих станках и как предохраняющие устройства от

перегрузок. К достоинствам гидромуфты можно отнести простоту конструкции, обеспечение плавности изменения крутящего момента, передаваемого от двигателя на механизмы трансмиссии, снижение ударных нагрузок на шестерёнчатые пары коробок передач. Недостатком гидромуфты является меньший по сравнению с гидротрансформатором коэффициент полезного действия из-за больших потерь при высоких оборотах ведущего вала двигателя. По этой причине на современные автомобили гидромуфты практически не устанавливаются.

Гидромуфта автомобиля ГАЗ-12. На автомобиле ГАЗ-12 между двигателем и сцеплением установлена гидравлическая муфта. Гидравлическая муфта обеспечивает плавный разгон и улучшает динамические качества автомобиля, одновременно она служит маховиком двигателя. Гидромуфта не дает возможности заглухнуть двигателю при снижении скорости движения автомобиля вплоть до его полной остановки при включенной трансмиссии. Тем самым она значительно сокращает количество переключений коробки передач, особенно при езде в городских условиях.

Основными рабочими элементами гидромуфты (Рисунок 4.2) являются насосное колесо 24 и турбинное колесо 23. Оба колеса штампованные, выполнены с радиально расположенными в них лопатками. Колеса заключены в корпус, сваренный из двух половин 7 и 8. Насосное колесо жестко связано (приварено) с корпусом насоса, укрепленным на фланце коленчатого вала двигателя. Турбинное колесо прикреплено к фланцу вала 10, на заднем конце которого установлен ведущий диск сцепления 18. Рабочие колеса расположены друг против друга, образуя полое кольцо.

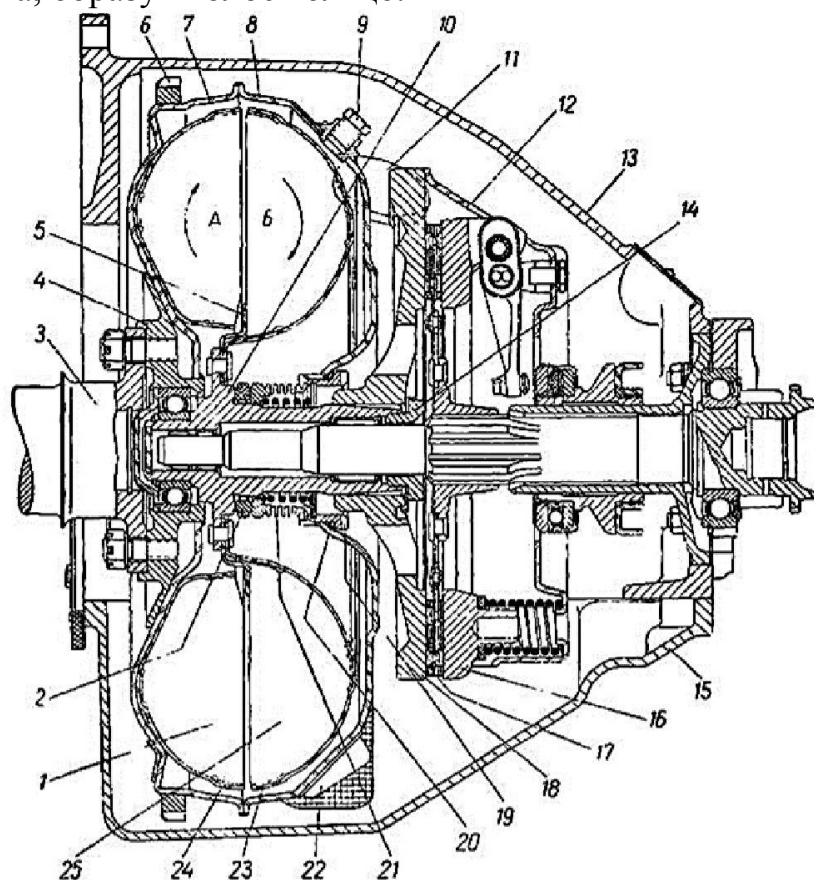


Рисунок 4.2 – Сцепление и гидромуфта автомобиля ГАЗ-12:

1 - лопатка насосного колеса; 2 - уплотнительное кольцо; 3 - коленчатый вал; 4 - ступица гидромуфты; 5 - маслоотражатель; 6 - зубчатый венец; 7, 8 -

половины корпуса муфты; 9 - пробка; 10 - вал гидромуфты; 11 - отверстие в картере муфты; 12 - кожух сцепления; 13, 15 - верхняя и нижняя части картера гидромуфты; 14 - гайка; 16 - нажимной диск сцепления; 17 - ведомый диск; 18 - ведущий диск; 19 - гайка сальника; 20 - сальник; 21 - кожух; 22 - вентиляционный люк; 23 - турбинное колесо; 24 - насосное колесо; 25 - лопатка турбинного колеса; А и Б - направления циркуляции масла

Гидромуфта заполнена рабочей жидкостью (турбинным маслом) на 85% своего объема. Это предотвращает повышение давления в гидромуфте вследствие расширения масла при нагревании во время работы. От вытекания из гидромуфты масло удерживается уплотнительным кольцом 2 (изготовленным из угольного порошка), зажатым пружиной между торцом вала турбинного колеса и кольцом гофрированного латунного кожуха 21. Снаружи кожух защищен войлочным сальником 20, установленным в гайке 19.

Жесткой механической связи между коленчатым валом и трансмиссией нет; крутящий момент двигателя передается от насосного колеса гидромуфты к турбинному через рабочую жидкость (турбинное масло).

При вращении насосного колеса масло, находящееся между его лопатками, отбрасывается центробежной силой на лопатки турбинного колеса, заставляя его вращаться в ту же сторону. Пройдя между лопатками турбинного колеса, масло вновь поступает в насосное колесо. Направление циркуляции масла указано стрелками А и Б. Таким образом, крутящий момент от двигателя передается без изменения величины через сцепление к валу коробки передач. Поэтому при трогании с места, на подъемах и при движении на дорогах с большим сопротивлением следует включать низшие передачи.

Число оборотов турбинного колеса всегда несколько ниже числа оборотов насосного колеса: в гидромуфте имеется так называемое проскальзывание. При малом числе оборотов (холостые обороты двигателя) проскальзывание наибольшее. По мере увеличения числа оборотов проскальзывание уменьшается и доходит до 2...2,5% при оборотах близких к наибольшим; в соответствии с этим коэффициент полезного действия гидромуфты достигает величины 0,975-0,980. Благодаря проскальзыванию обеспечивается плавное трогание автомобиля с места.

Несмотря на то, что при гидромуфте отсутствует жесткая связь между двигателем и трансмиссией, тем не менее имеется еще и фрикционное сцепление. Это объясняется тем, что на автомобиле ГАЗ-12 применялась обычная ступенчатая коробка передач с подвижными шестернями, а не планетарная коробка с постоянным зацеплением шестерён. При отсутствии сцепления было бы затруднено переключение передач, так как даже при малых оборотах двигателя, несмотря на относительно большое проскальзывание, все же турбинное колесо, а вместе с ним и первичный вал коробки передач вращается со значительным моментом.

Корпус гидромуфты сварной, поэтому ее разборка, кроме уплотнительного устройства была невозможна.

Детали гидромуфты и сцепления на заводе сбалансированы в определенном положении, поэтому при сборке их нужно совместить по меткам.

Гидротрансформатор. Простейший гидротрансформатор (Рисунок 4.3) состоит из трех основных элементов: насосного колеса; турбинного колеса; реакторного колеса.

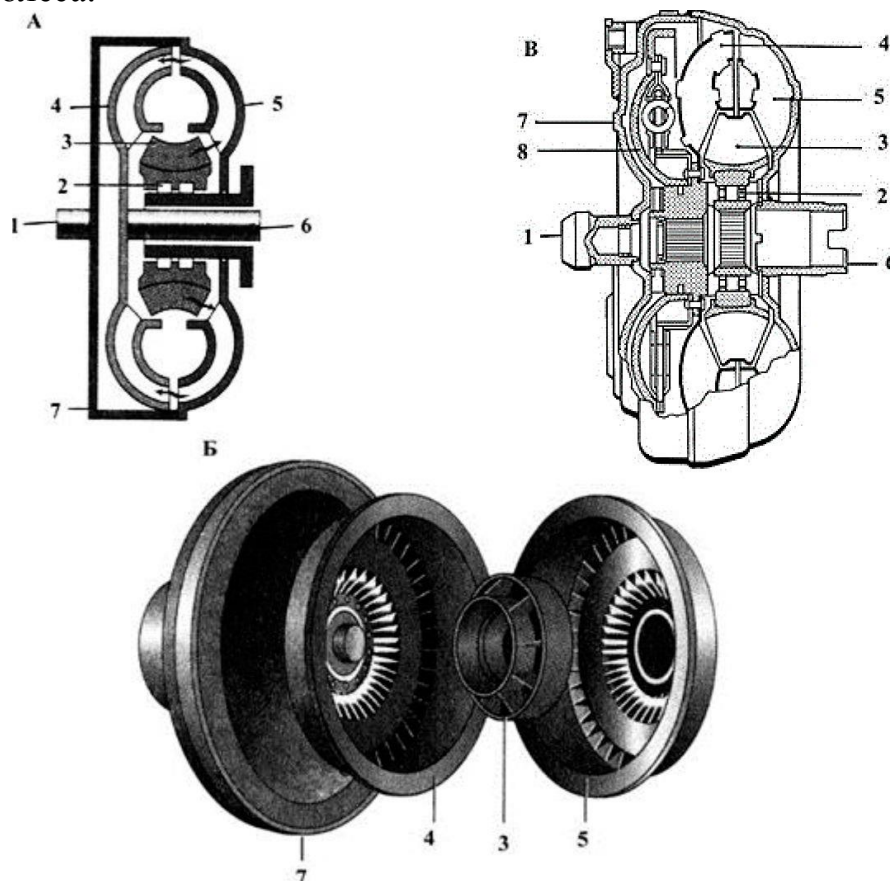


Рисунок 4.3 – Простейший гидротрансформатор:

А - схема простейшего гидротрансформатора; Б - рабочие колеса; В - устройство гидротрансформатора с блокировочной муфтой; 1 - ведущий вал (коленчатый вал); 2 - механизм свободного хода; 3 - неподвижное колесо-реактор; 4 - турбинное колесо; 5 - насосное колесо; 6 - ведомый вал; 7 - ротор; 8 - блокировочная муфта

Конструкция *насосного* и *турбинного* колеса простейшего гидротрансформатора ничем не отличается от аналогичных колёс гидродинамической муфты. *Реакторное колесо* служит для изменения вектора скорости (т.е. направления движения) выходящего из *турбинного колеса* потока жидкости, таким образом, чтобы он совпадал с направлением вектора скорости вращения *насосного колеса*.

Реакторное колесо устанавливается на картере и соединено с картером через *обгонную муфту* (т.е. не жёстко). Наличие обгонной муфты позволяет автоматически отключать реактор от картера. Когда это происходит, гидротрансформатор переходит в режим работы гидромуфты. Так же как и в гидромуфте, в гидротрансформатор встроено *направляющее кольцо*. Кольцо предназначено для сглаживания завихрений, возникающих в потоке жидкости, что способствует увеличению КПД гидропередачи.

Принцип работы гидротрансформатора подобен принципу работы гидравлической муфты.

Насосное колесо является ведущим и приводится во вращение от коленчатого вала двигателя. Трансмиссионная жидкость, находящаяся между лопатками насосного колеса, под действием центробежной силы устремляется

к его периферийной части и за счет специального профиля поперечного сечения насосного колеса попадает на лопатки турбинного колеса, вызывая его вращение. На выходе из турбинного колеса трансмиссионная жидкость попадает в реакторное колесо, где с помощью лопаток, имеющих специальный профиль, изменяет направление движения. Затем жидкость вновь попадает в насосное колесо, при этом, изменённый роторным колесом, вектор её скорости совпадает с направлением вращения насосного колеса. В данном случае остаточная энергия, которой обладает поток жидкости после выхода из турбинного колеса, увеличивает энергию насосного колеса и, следовательно, увеличивается энергия потока жидкости направленного от насоса к турбине, за счёт чего возникает эффект увеличения момента уже на турбинном колесе. При увеличении частоты вращения вала двигателя увеличивается угловая скорость насосного и турбинного колес, а увеличение крутящего момента в гидротрансформаторе постепенно прекращается. Когда угловая скорость турбинного колеса приближается к угловой скорости насосного, поток жидкости, поступающей на лопасти реактора, изменяет свое направление на противоположное. При таком направлении действия потока жидкости, обгонная муфта больше не сможет удерживать реактор неподвижным. В результате реактор начинает свободно вращаться

вместе с потоком жидкости, никаким образом не воздействуя на него и не создавая помех. Данный момент называется *моментом срабатывания муфты свободного хода*. Для разных гидродинамических передач этот момент происходит, приблизительно, при одном и том же значении силового передаточного отношения $K_t = 0,85$, коэффициент полезного действия при этом, примерно, равен 80%. Такое изменение режима работы реактора (его отключение) приводит к тому, что гидротрансформатор начинает работать в режиме гидромуфты с коэффициентом трансформации момента равным единице.

Недостатком гидропередачи является рассогласование частот вращения насосного и турбинного колес, так называемое *скольжение гидропередачи*, имеющее место при любом режиме работы трансмиссии. Минимальная величина скольжения составляет примерно 3% и приводит к снижению КПД гидропередачи. Так как, при движении автомобиля с постоянной скоростью наличие гидротрансформатора в трансмиссии не является необходимым, как это требуется на режимах разгона и торможения, в современных коробках применяют механизм блокировки гидротрансформатора (Рисунок 5.4).

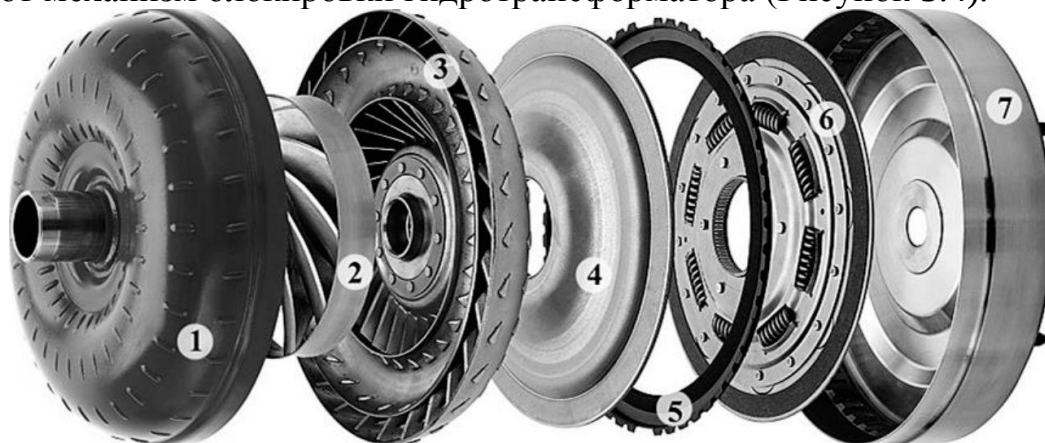


Рисунок 4.4 – Гидротрансформатор:

1 - насосное колесо; 2 - реакторное колесо; 3 - турбинное колесо; 4, 5 - фрикционные диски блокировочной муфты гидротрансформатора; 6 - гаситель крутильных колебаний (демпфер) с фрикционной накладкой; 7 - корпус с внутренним зубчатым венцом

Принцип его работы схож с классическим сцеплением. Механизм состоит из блокировочной плиты, которая связана с турбинным колесом (а следовательно, с первичным валом КПП) через пружины демпфера крутильных колебаний. Плита на своей поверхности имеет фрикционную накладку. По команде блока управления трансмиссией, плита прижимается накладкой к внутренней поверхности корпуса гидротрансформатора при помощи давления жидкости. Крутящий момент начинает передаваться напрямую от двигателя к коробке передач без участия жидкости. Таким образом достигается снижение потерь и более высокий КПД. Блокировка может быть включена на любой передаче.

Блокировка гидротрансформатора может также быть неполной и работать в так называемом «режиме проскальзывания». Блокировочная плита не полностью прижимается к рабочей поверхности, тем самым обеспечивается частичное проскальзывание фрикционной накладки. Крутящий момент передается одновременно через блокировочную плиту и циркулирующую жидкость. Благодаря применению данного режима у автомобиля значительно повышаются динамические качества, но при этом сохраняется плавность движения. Электроника обеспечивает включение муфты блокировки как можно раньше при разгоне, а выключение - максимально позже при понижении скорости.

Однако режим регулируемого проскальзывания имеет существенный недостаток, связанный с истиранием поверхностей фрикционных, которые к тому же подвергаются сильнейшим температурным воздействиям. Продукты износа попадают в масло, ухудшая его рабочие свойства. Режим проскальзывания позволяет сделать гидротрансформатор максимально эффективным, но при этом существенно сокращает срок его службы.

Гидромеханическая передача Voith D851.2, применяется на части выпуска больших автобусов ЛиАЗ-5256. Конструкция передачи показана на рисунке 4.5, а кинематическая схема на рисунке 4.6. Коробка передач трехступенчатая, с передачей заднего хода. Особенностью является так называемая двухпоточная схема. В этом случае при работе с гидротрансформатором поток мощности от входного вала идет двумя путями - в одном из них работает гидротрансформатор, в другом часть мощности передается только механическим путем.

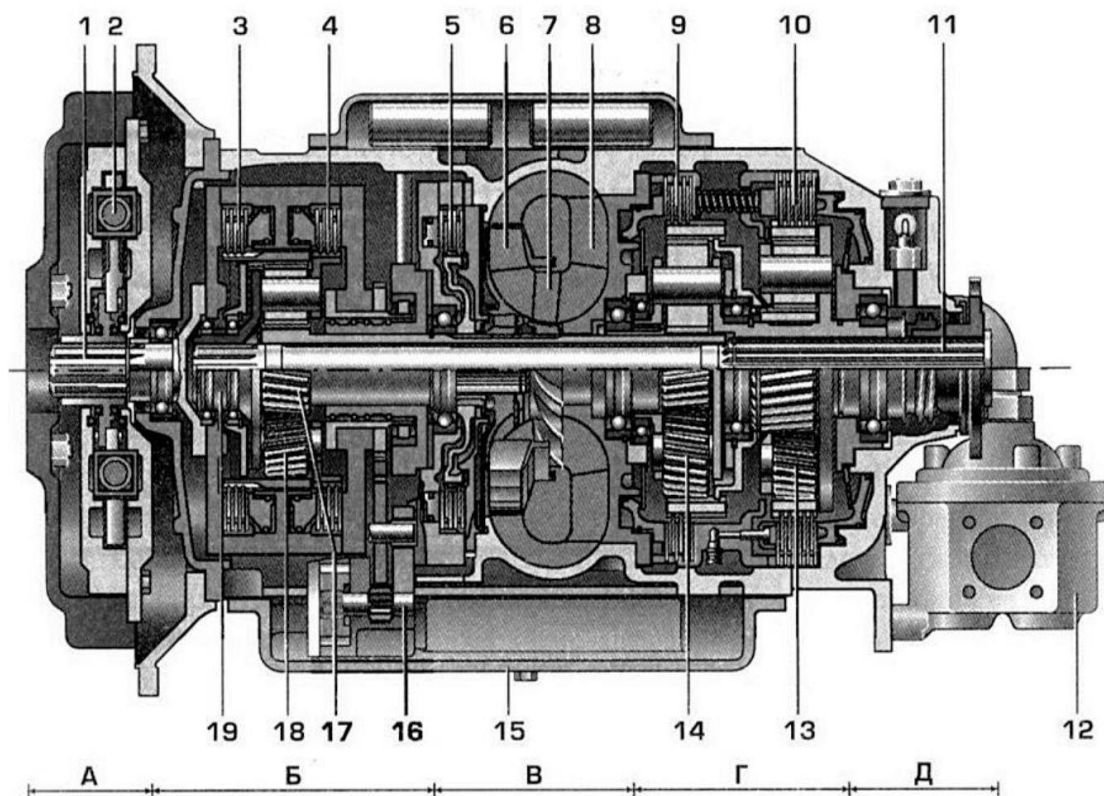


Рисунок 4.5 – Конструкция коробки передач Voith:

А - привод; Б - входной дифференциал; В - гидротрансформатор; Г - дополнительная передача; Д - выходная часть; 1 - входной вал; 2 - демпфер крутильных колебаний; 3 - входное сцепление; 4 - разделительное сцепление; 5 - тормоз насоса; 6 - насосное колесо; 7 - турбинное колесо; 8 - реактор; 9 - блокирующее сцепление; 10 - тормоз заднего хода; 11 - выходной вал; 12 - теплообменник; 13 - планетарный редуктор передачи заднего хода и дифференциала; 14 - механизм турбины; 15 - масляный поддон; 16 - насос; 17 - солнечная шестерня; 18 - сателлиты; 19 - водило

Как видно из иллюстрации, передача состоит из привода А, входного дифференциала Б, гидротрансформатора В, дополнительной передачи Г и выходной части Д.

Привод А включает в себя демпфер крутильных колебаний 2, который необходим в данной передаче при включении блокировки гидротрансформатора. Входной дифференциал представляет собой одинарный планетарный ряд с двумя многодисковыми сцеплениями - входным сцеплением 3 и разделительным сцеплением 4.

Гидротрансформатор состоит из насосного колеса 6, турбинного колеса 7 и реактора 8.

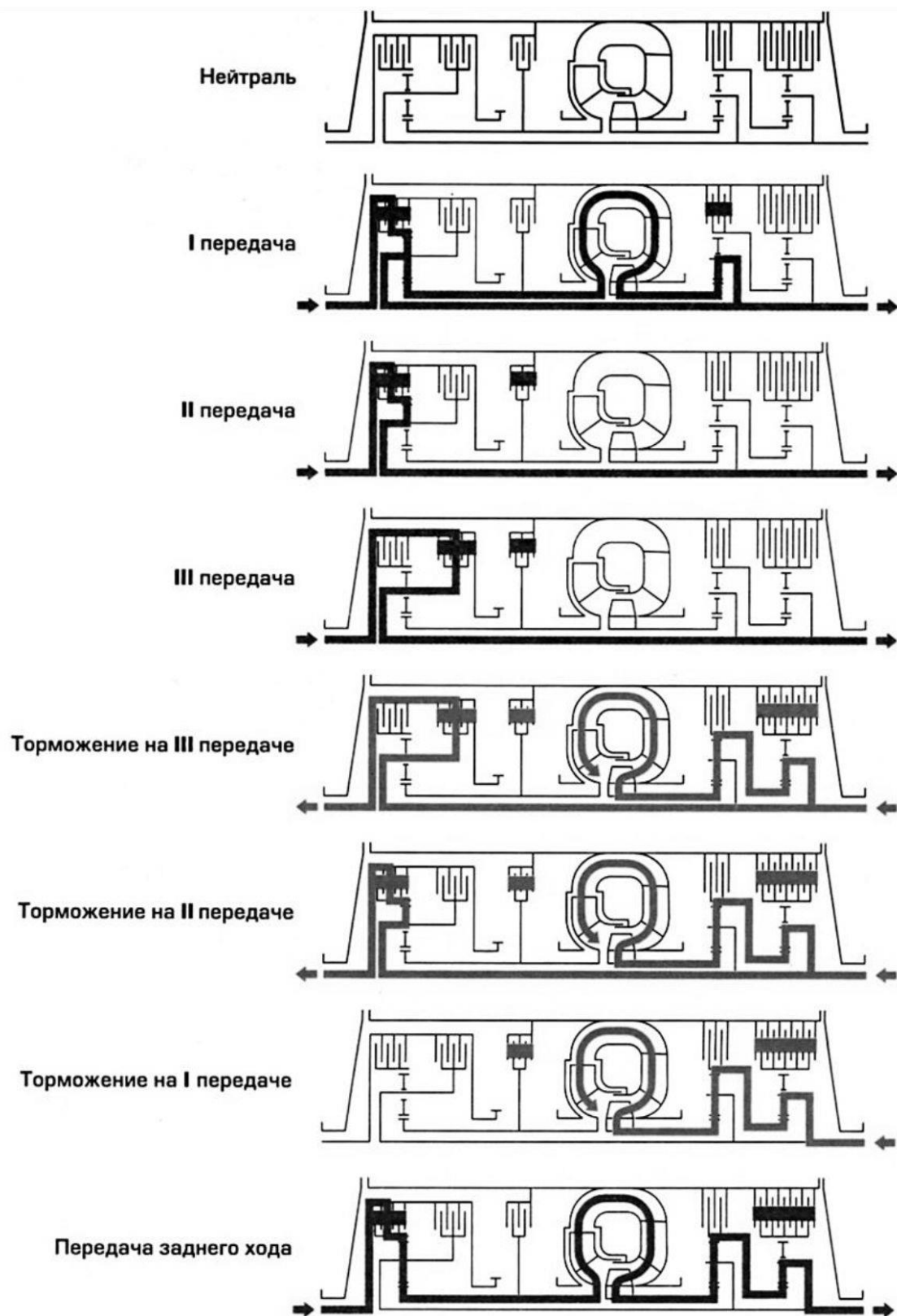


Рисунок 4.6 – Кинематическая схема коробки передач Voith

Дополнительная передача состоит из выходного дифференциала, также представляющего собой одинарный планетарный ряд с блокирующим сцеплением 9 и дополнительного планетарного ряда с многодисковым тормозом заднего хода 10, обеспечивающего возможность движения автобуса задним ходом и возможность использования гидротрансформатора в качестве гидравлического замедлителя.

Эпициклическая шестерня входного дифференциала через входное сцепление 3 связана с ведущим валом. Сателлиты установлены на осях,

закрепленных в водиле. Ступица водила установлена на шлицах на выходном валу передачи. Солнечная шестерня установлена на валу насосного колеса 6 гидротрансформатора. Разделительное сцепление 4 служит для получения возможности жесткой связи эпициклической шестерни входного дифференциала с его водилом.

Как уже указывалось, насосное колесо установлено на общем валу с солнечной шестерней входного дифференциала. На валу насоса установлен многодисковый тормоз 5 насоса. Реактор 8 гидротрансформатора постоянно остановлен, таким образом гидротрансформатор в передаче Voith не комплексный, а простой. Турбина гидротрансформатора установлена на валу, общим с солнечной шестерней выходного дифференциала. Водило выходного дифференциала установлено на шлицах на выходном валу передачи, а эпициклическая шестерня может быть остановлена многодисковым сцеплением 9.

Солнечная шестерня второго планетарного ряда дополнительной передачи Г жестко связана с эпициклической шестерней выходного дифференциала, эпицикл может быть остановлен многодисковым сцеплением, а водило установлено на шлицах выходного вала передачи.

Как указывалось выше, передача Voith является двухпоточной. Во входном дифференциале мощность разветвляется на два потока, в одном из которых встроены элементы с постоянным передаточным числом, в другой ветви встроена гидродинамическая передача. Суммирование потоков мощности обеих ветвей осуществляется вторым дифференциалом на выходном валу. Наличие двух дифференциалов дало второе название таким передачам - «дифференциальные передачи». При разделении общей мощности на два потока через гидродинамическую передачу проходит только часть общей, передаваемой дифференциальной передачей мощности. В этом случае преобразующие свойства гидродинамической передачи реализуются в меньшем объеме мощности.

В связи с уменьшением общего объема мощности, проходящего через гидродинамическую передачу, уменьшаются потери в этой передаче. Это приводит к повышению КПД дифференциальной передачи в сравнении с полнопоточным гидротрансформатором.

При включенной первой передаче замкнуты входное сцепление 3 и тормоз эпицикла выходного дифференциала.

Мощность, приходящая в передачу от двигателя, делится в переднем дифференциале на два потока. Часть мощности через солнечную шестерню входного дифференциала подводится к насосному колесу гидротрансформатора, а другая часть через вал водила попадает на выходной вал передачи. Момент насоса преобразуется в гидротрансформаторе и с вала турбины попадает на солнечную шестерню выходного дифференциала. Поток мощности со второго дифференциала снимается с вала водила и попадает на выходной вал передачи, где суммируется с потоком мощности, попадающего на выходной вал с водила первого дифференциала. Таким образом, через гидротрансформатор в рассматриваемой передаче проходит только часть общей мощности двигателя, а другая ее часть проходит на выходной вал с водила первого дифференциала, минуя гидротрансформатор. Заметим, что

соотношение мощностей, проходимых на выходной вал через гидротрансформатор и через механические звенья, непрерывно меняется в зависимости от соотношения частот вращения отдельных звеньев дифференциалов.

В том случае, когда суммарный момент, снимаемый с выходного вала передачи меньше момента сопротивления движению, приведенного к выходному валу передачи, движение автомобиля невозможно. В этом случае в заднем дифференциале остановлены два звена - водило и эпициклическая (коронная) шестерня. Следовательно, остановлена и солнечная шестерня, а значит остановлена турбина гидротрансформатора, т.е. он работает в «стоповом» режиме. В переднем дифференциале остановлено водило, эпициклическая (коронная) и солнечная шестерни вращаются в противоположных направлениях.

Вся мощность двигателя затрачивается на преодоление внутренних потерь в гидротрансформаторе. Момент турбины гидротрансформатора создает реакцию в зацеплении солнечной шестерни с сателлитами, на оси водила реализуется реакция, создающая момент на выходном валу передачи, который суммируется с моментом, снимаемым на выходном валу с водила переднего дифференциала. Когда суммарный момент на выходном валу передачи превысит приведенный к этому валу момент сопротивления движению, автомобиль начнет движение. Заметим, что после начала движения направление вращений насосного и турбинного колес гидротрансформатора противоположны, т.е. в данном случае применен гидротрансформатор обратного хода. После начала движения мощность попадает на выходной вал передачи двумя путями - через водило переднего дифференциала, минуя гидротрансформатор и через водило заднего дифференциала после преобразования в гидротрансформаторе. При этом по мере разгона автомобиля уменьшается частота вращения насосного колеса гидротрансформатора и часть мощности, проходящей на выходной вал через гидротрансформатор, также уменьшается. Такая схема передачи позволяет полностью использовать трансформирующие свойства гидротрансформатора в момент трогания с места, а по мере разгона автомобиля уменьшение части мощности, проходящей через гидротрансформатор, позволяет уменьшить потери, свойственные полнопоточной гидродинамической передаче.

После разгона автобуса на I передаче до скорости, составляющей 33...35 % от максимальной скорости автобуса (в зависимости от настройки системы управления), включается II передача. При этом включено входное сцепление 3 входного дифференциала и включается тормоз насоса входного дифференциала. Включение тормоза насоса останавливает вал солнечной шестерни входного дифференциала и соответственно останавливает насосное колесо гидротрансформатора. В этом случае входной дифференциал работает, как планетарный редуктор, частота вращения выходного вала передачи, на шлицах которого установлено водило входного дифференциала, меньше частоты вращения входного вала, с которым связана эпициклическая шестерня этого дифференциала. В выходном дифференциале сцепление 3 выключено, сателлиты на осях, закрепленных в водиле выходного дифференциала, свободно обкатываются по солнечной шестерне, связанной с турбиной

гидротрансформатора. Заметим, что при включенной II передаче гидротрансформатор в передаче и трансформации крутящего момента не участвует, передача превращается в механическую с планетарным редуктором. После разгона автобуса на II передаче до скорости, составляющей 44...60 % от максимальной в зависимости от настройки системы управления, автоматически включается III передача.

При включении III передачи выключается входное сцепление входного дифференциала, включается разделительное сцепление входного дифференциала и тормоз 5 насоса. При включенном разделительном сцеплении 4 жестко связываются эпициклическая шестерня и водило входного дифференциала, весь дифференциал блокируется, чем обеспечивается прямая передача. Заметим, что третья передача также чисто механическая, гидротрансформатор в передаче и трансформации крутящего момента не участвует.

При включении заднего хода включены входное сцепление с входного дифференциала и многодисковый тормоз 10 заднего хода. Крутящий момент с солнечной шестерни входного дифференциала поступает на насосное колесо гидротрансформатора, с турбинного колеса гидротрансформатора - на солнечную шестерню выходного дифференциала, с эпициклической шестерни выходного дифференциала - на солнечную шестерню планетарной передачи заднего хода. Включение в цепь передачи крутящего момента дополнительного планетарного ряда заднего хода изменяет направление вращения выходного вала передачи на обратное.

Таким образом, передача Voith является гидромеханической только при включении I передачи и заднего хода, при включении II и III передач Voith представляет собой механическую передачу с третьей прямой ступенью.

Контрольные вопросы

1. В чем принципиальное отличие гидромукты от гидротрансформатора?
2. Почему в настоящее время на автомобильном транспорте не используются гидромукты сцепления?
3. Назовите основные элементы гидротрансформатора.
4. В чем необходимость блокировки гидротрансформатора?
5. Каково назначение обгонной муфты реакторного колеса?
6. Объясните процесс работы гидротрансформатора в «режиме проскальзывания».
7. Какие коробки передач называются «духпоточные».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Цель работы: Изучить устройство и работу гидравлических приводов рулевого управления автомобилей.

Общие сведения. Сейчас практически все выпускаемые автомобили комплектуются усилителем рулевого управления, одними из наиболее распространенных являются гидравлические (ГУР). Этот механизм позволяет значительно снизить усилие водителя на рулевое колесо при управлении авто, тем самым сделать вождение более комфортным.

Изначально ГУР устанавливался исключительно на грузовые автомобили и спецтехнику, поскольку сопротивления при изменении положения колес, особенно на малых скоростях движения на такой технике - очень большое, водитель попросту не мог повернуть управляемые колеса, не приложив значительного усилия.

В настоящее время ГУР устанавливается и на легковые автомобили. На легковых автомобилях требуемое усилие для поворота колес невелико и управление машиной, не укомплектованной ГУР, сложностей не вызывает, однако у него есть одно очень положительное качество, благодаря которому усилитель и получил распространение на легковых автомобилях. Сводится оно к тому, что ГУР позволяет сохранить прямолинейное движение автомобиля при разрыве шины ведущей оси, а также повышает комфорт управления автомобилем.

Таким образом, основной задачей усилителя на легковом автомобиле является повышение безопасности, и только потом - обеспечение комфорта.

На практике применяется два типа гидроусилителей:

- комбинированный (интегрированный);
- отдельный.

Комбинированный тип отличается тем, что распределитель и цилиндр интегрированы в рулевой механизм, что позволяет в значительной мере уменьшить металлоемкость конструкции и сделать ее более компактной. Благодаря этому он получил широкое распространение, в том числе и на легковых автомобилях.

Отдельный тип применялся на ряде грузовых автомобилей. Его особенность заключена в том, что силовой цилиндр - отдельный элемент, взаимодействующий с приводом рулевого управления. Но из-за такого решения, конструкция ГУР получилась более громоздкой, поэтому на легковых автомобилях она не используется.

Гидроусилитель руля легкового автомобиля. Гидроусилитель руля (Рисунок 5.1) включает в себя несколько основных составных элементов:

- насос;
- распределитель;
- силовой цилиндр;
- соединительные трубопроводы.

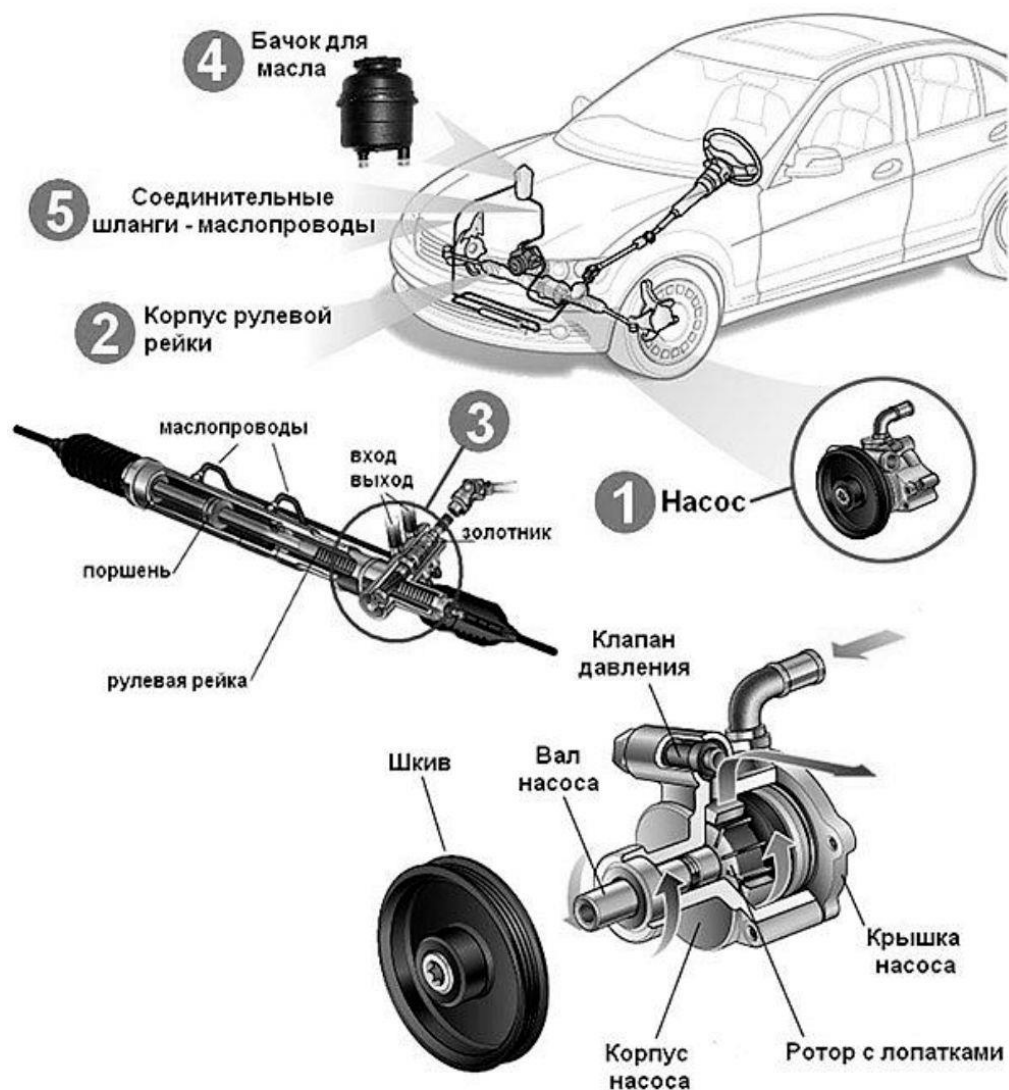


Рисунок 5.1 – Элементы гидроусилителя легкового автомобиля

Одним из основных элементов ГУР является насос (Рисунок 6.2). Наибольшее распространение нашел ременной привод насоса от коленчатого вала. Насос может быть шестерённым (менее распространенный тип) или роторным (он же лопастной). Чаще всего на автомобилях используется второй вариант.

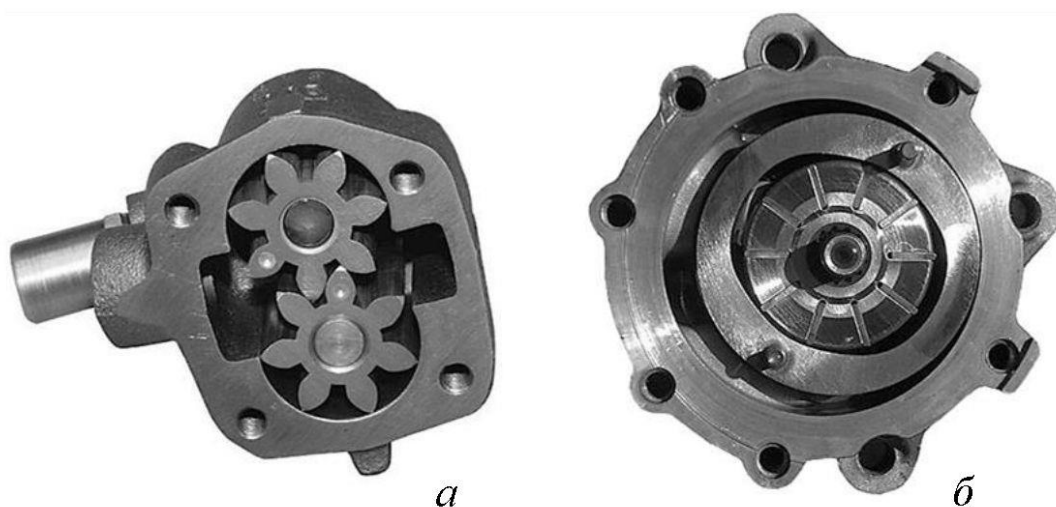


Рисунок 5.2 – Внешний вид шестерённого и пластинчатого насосов: *а* - шестерённый насос; *б* - лопастной насос

Недостатком насоса, приводимого от коленчатого вала, является изменение создаваемого давления в зависимости от оборотов мотора. Из-за этого создаваемое ГУРом усилие на малых оборотах является недостаточным, а на высоких - чрезмерным, что приводит к появлению такого эффекта, как «пустой руль» («обратная связь» рулевого управления отсутствует, поэтому информативность рулевого управления очень мала).

Чтобы устранить этот недостаток, в устройство насоса гидроусилителя включен регулятор давления, поддерживающий его в заданном значении. Функционирует он следующим образом: при превышении давления регулятор, смещаясь, открывает перепускной канал между подающим и выводным каналами, и часть давления сбрасывается.

Жидкость под давлением, созданным насосом, подается на распределитель. В задачу этого составного элемента входит распределение потока жидкости в зависимости от положения рулевого колеса. Наибольшее распространение на легковых автомобилях получил золотниковый распределитель поворотного типа (Рисунок 5.3). Этот узел является промежуточным звеном между валом колонки и шестерней рулевого механизма.

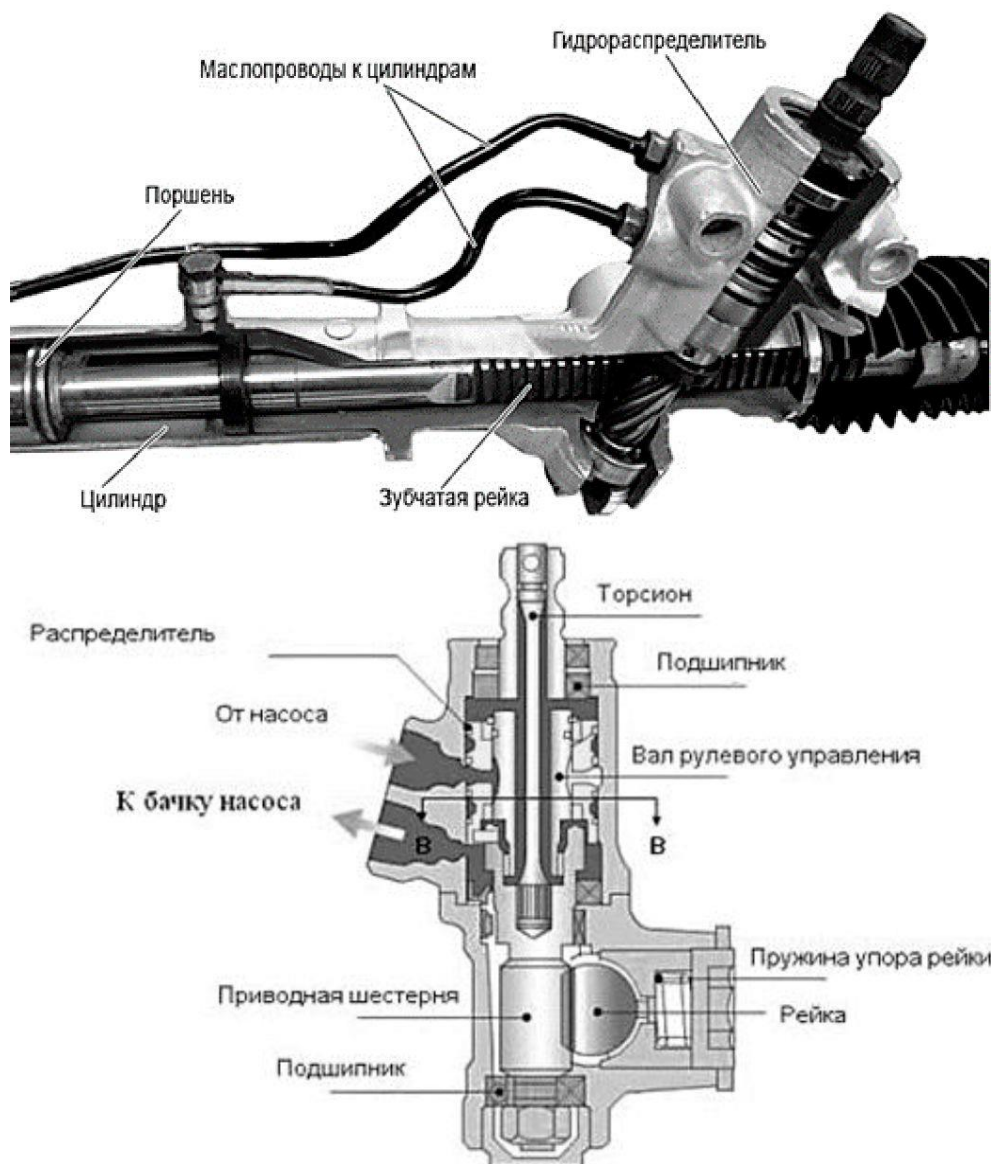


Рисунок 5.3 – Устройство распределителя рейки ГУР

Распределитель состоит из двух элементов - вала и поворотного золотника. Эти элементы установлены на торсион, который соединяет между собой вал колонки и шестерню.

К распределителю подходит подающий штуцер от насоса, сливная линия (по ней жидкость возвращается снова в насос) и два вывода, ведущих на силовой цилиндр.

Принцип работы распределителя следующий: при вращении руля сопротивление, идущее от колес, приводит к скручиванию торсиона, что в свою очередь обеспечивает поворот золотника относительно вала распределителя. Из-за этого одни каналы открываются, а другие закрываются, то есть происходит перераспределение потока жидкости (Рисунок 5.4).

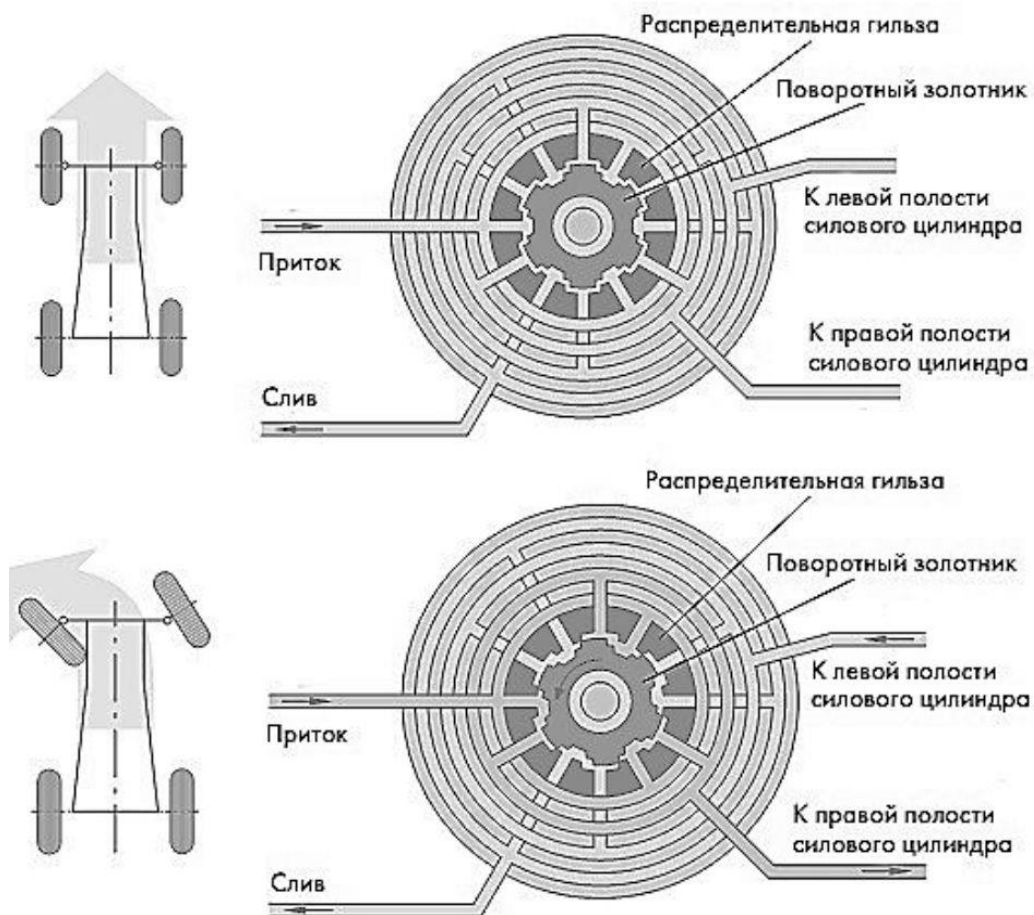


Рисунок 5.4 – Схема работы распределителя

Силовой цилиндр выполняет роль исполнительного элемента. В комбинированном типе ГУР он полностью интегрирован в рулевой механизм. В качестве поршня выступает рулевая рейка, на которой дополнительно имеется шайба с уплотнителями, а в качестве цилиндра - корпус. Поршень делит цилиндр на две камеры, соединенных трубопроводами с распределителем.

В целом у ГУР есть два режима работы:

1) Прямолинейное движение. В таком режиме золотник соединяет все подходящие к нему каналы. Жидкость в распределителе сразу подается в сливную линию и возвращается в насос. Также часть ее подается в обе камеры силового цилиндра, обеспечивая равное давление в них;

2) Поворот. При вращении руля торсион скручивается, что приводит к смещению золотника относительно вала. Для примера рассмотрим действие

механизма при повороте направо (Рисунок 5.5). Когда золотник повернулся соединяются подающий канал и ведущий на правую камеру гидроцилиндра. При этом левая камера соединяется со сливом. Поток жидкости в правой камере начинает давить на поршень, из-за чего увеличивается усилие. Из левой же камеры, чтобы не возникло сопротивление давлению, жидкость

3) Перетекает через распределитель и поступает в насос. При этом, если руль повернут не до упора, а лишь частично и оставить в таком положении, торсион раскрутится. Это приведет к возврату золотника в исходное положение - соединение всех каналов и давление в камерах силового цилиндра выровняется, но уже с учетом текущего положения рейки вместе с поршнем.

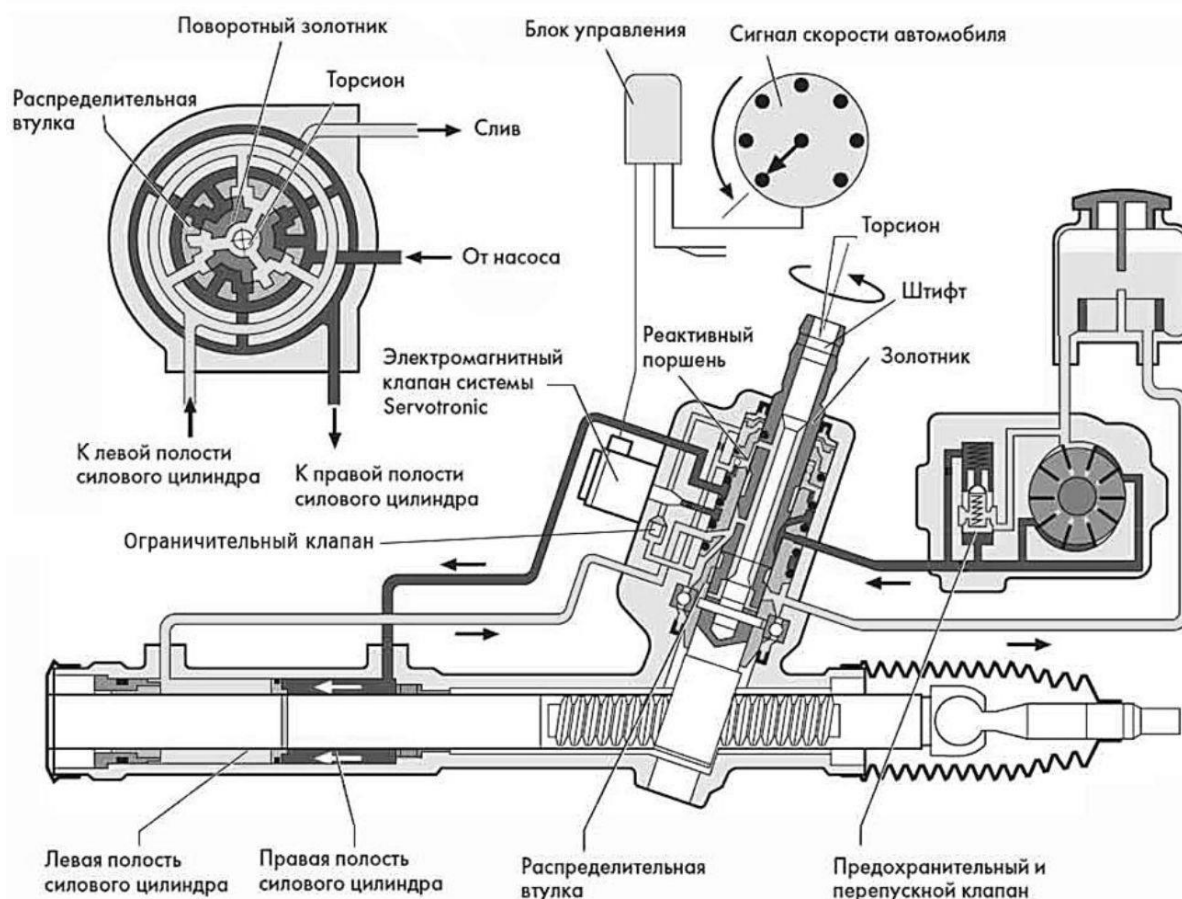


Рисунок 5.5 – Схема работа ГУР при повороте направо

В целом, к достоинствам ГУР можно отнести:

- повышение безопасности (ГУР позволяет удерживать автомобиль при разрыве шины по время движения);
- снижение усилия, требуемого для совершения или удержания маневра;
- изменение передаточного числа рулевого механизма (для поворота колес на определенный угол требуется меньше вращать руль, чем в механизме без ГУР);
- комфортное управление автомобилем.

Недостатков у усилителя меньше, но они достаточно существенны:

- ГУР - это дополнительный механизм, причем конструктивно сложный и требующий обслуживания;
- некоторые элементы очень чувствительны к загрязнению, поэтому нарушение правил эксплуатации может привести к поломке;
- насос с приводом от коленчатого вала потребляет часть мощности двигателя;

- усилитель работает только при заведенном двигателе.

Установка распределителя в рулевой механизм позволяет продолжать движение даже в случае выхода из строя одного из элементов ГУР или разгерметизации. Торсион в любом случае будет передавать вращение от вала колонки на шестерню механизма, поэтому управление у автомобиля сохранится, но усилие на руле возрастет.

Еще одним недостатком такого механизма является зависимость от частоты вращения коленчатого вала. Решением этой проблемы и следующим этапом развития ГУР стал электрогидравлический усилитель. Его особенность состоит в том, что привод осуществляется от отдельного электромотора, который входит в конструкцию насоса. Это позволяет не только поддерживать требуемую величину давления на всех режимах работы двигателя, но и обеспечить работу ЭГУР даже при незаведенном двигателе.

Дополнительно электрогидравлический усилитель управляется электронным блоком управления (ЭБУ), то есть механизм подстраивается под конкретные условия движения, создавая оптимальное усилие на руле и обеспечивая точную передачу информации - «обратную связь». Для этого ЭБУ собирает данные от ряда датчиков, на основе которых он осуществляет управление насосом и распределителем.

Несмотря на то, что гидроусилитель конструктивно значительно сложнее, чем иной тип усилителя - электрический, благодаря обеспечению «обратной связи» он является более предпочтительным и чаще используется.

Гидравлический усилитель рулевого привода автомобиля ГАЗ-66. Он состоит из масляного насоса 3 (Рисунок 5.6) с бачком, распределительного устройства 2, силового цилиндра 7 и трубопровода.

Насос служит для создания давления масла. В усилителе используется лопастной насос двойного действия с максимальным давлением 65...70 кгс/см² и производительностью 8...10 л/мин. Насос крепится с правой стороны двигателя и приводится в действие от шкива коленчатого вала двумя клиновидными ремнями.

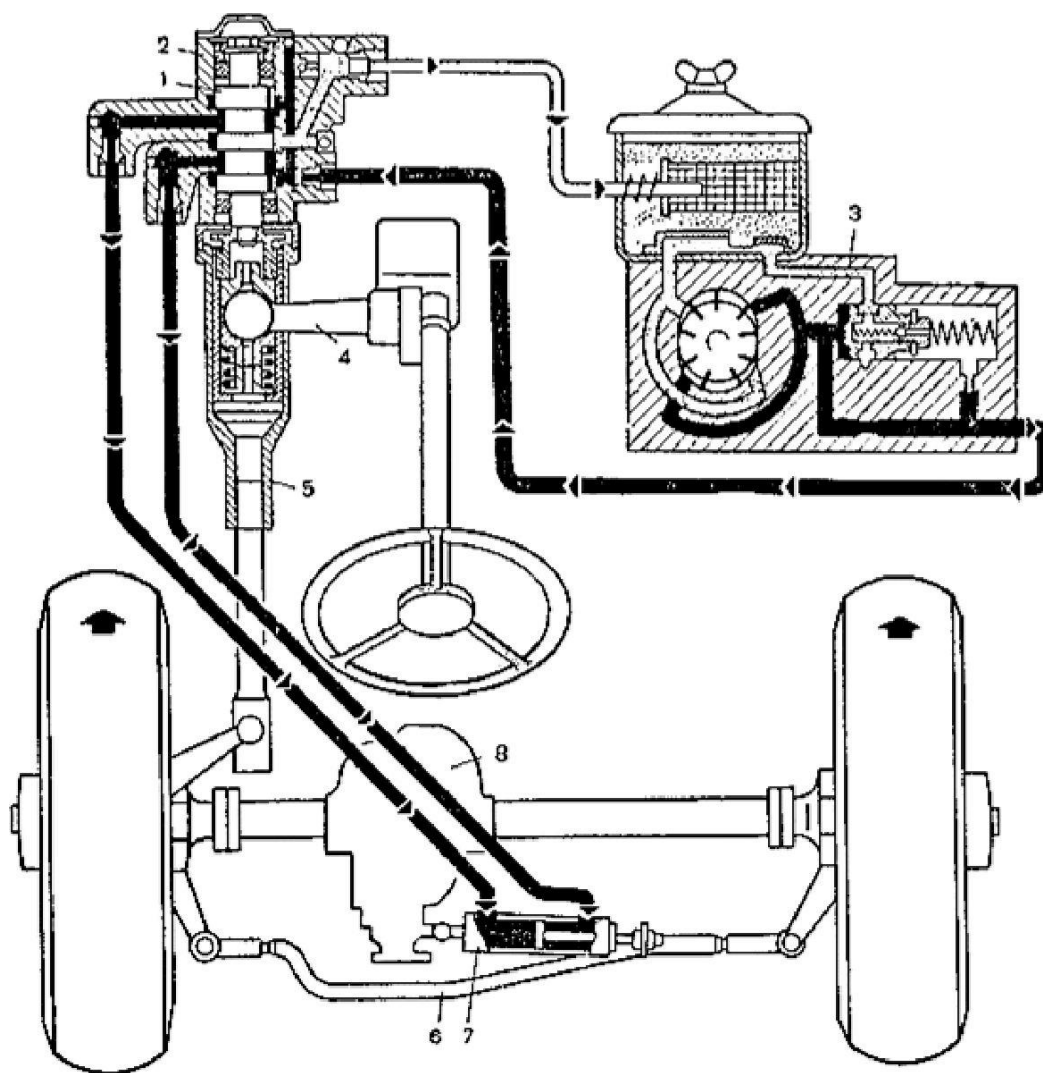


Рисунок 5.6 – Схема рулевого управление автомобиля ГАЗ-66:

1 - золотник; 2 - клапан управления; 3 - насос; 4 - рулевая сошка; 5 - продольная рулевая тяга; 6 - поперечная рулевая тяга; 7 - силовой цилиндр; 8 - картер главной передачи

Насос состоит из корпуса 19 (Рисунок 5.7) с крышкой 12 и статором 18, ротора 16 с лопастями 17, валика 2 со шкивом 1, распределительного диска 14, перепускного 15 и предохранительного 11 клапанов, бачка 5 с крышкой 7, двумя фильтрами 8 и 9 и коллектором 4.

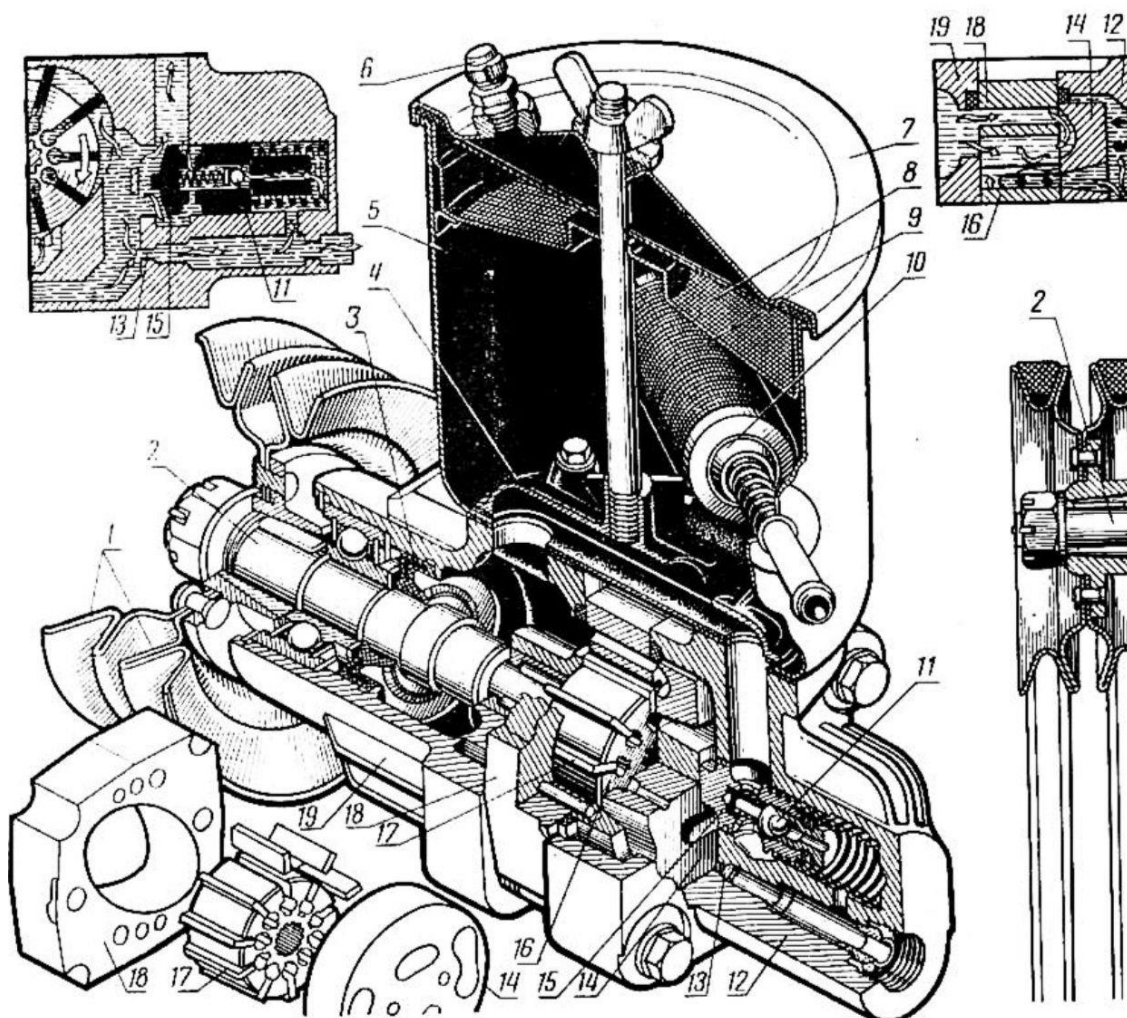


Рисунок 5.7 – Насос гидроусилителя рулевого привода автомобиля ГАЗ 66:

1 - шкив; 2 - валик; 3 - сальник; 4 - коллектор; 5 - бачок; 6 - сапун; 7 - крышка; 8 - плоский фильтр; 9 - круглый фильтр; 10 - клапан; 11 - предохранительный клапан; 12 - крышка корпуса; 13 - калиброванное отверстие; 14 - распределительный диск; 15 - перепускной клапан; 16 - ротор; 17 - лопасть; 18 - статор; 19 - корпус

Корпус, статор и крышка стянуты между собой четырьмя болтами. В корпусе имеется полость, куда масло через вертикальное отверстие поступает из бачка. На торце корпуса есть два овальных отверстия, по которым масло поступает к ротору. Крышка корпуса имеет расточку под распределительный диск, горизонтальное глухое отверстие, где расположены клапаны, а также вертикальный канал, которым пространство за перепускным клапаном соединено с бачком. В нижней части крышка имеет калиброванное отверстие 13, через которое масло выходит из насоса. В статоре выполнены овальные отверстия разных диаметров для прохода масла из полости корпуса к распределительному диску.

Ротор установлен на шлицах валика и имеет десять пазов, в которых размещаются полости. Пространство между двумя соседними лопастями является рабочей полостью насоса. Вал ротора вращается в корпусе на роликовом и шариковом подшипниках и уплотняется сальником. Распределительный диск направляет масло к лопастям ротора, под лопасти и от лопастей, для этого в диске имеются отверстия. Усилиям пружины перепускного клапана диск прижимается к статору и ротору. Перепускной

клапан ограничивает производительность насоса, предохранительный клапан ограничивает давление, развиваемое насосом.

Масляный бачок имеет сапун, плоский фильтр, который очищает масло при его заливке в бачок, и круглый фильтр, очищающий масло, возвращающееся из системы. Перед круглым фильтром есть клапан 10, который пропускает масло в бачок в случае загрязнения фильтра. На дне бачка установлен коллектор, направляющий масло в полость корпуса при открытии перепускного или предохранительного клапана. Тем самым масло в бачке предохраняется от вспенивания, и уменьшается шум от насоса.

Работа насоса заключается в следующем. При вращении ротора его лопасти под действием сил инерции прижимаются к криволинейной поверхности статора. В рабочие полости насоса, совпадающие с отверстиями в корпусе и распределительном диске, поступает масло. При дальнейшем вращении ротора масло нагнетается лопастями в узкую часть пространства между статором и ротором, где создается давление. При совпадении рабочих полостей с нагнетательными отверстиями в распределительном диске масло выталкивается через эти отверстия в полость за распределительный диск, откуда по нижнему каналу уходит от насоса в систему под давлением. Одновременно масло из полости за распределительным диском поступает под лопасти ротора, усиливая их прижатие к статору. Весь рабочий процесс (всасывание и нагнетание) происходит одновременно в двух местах (отсюда название - насос двойного действия).

При повышении частоты вращения ротора масло из полости за распределительным диском не успевает пройти через узкое калиброванное отверстие, давление в этой полости возрастает, за счет чего открывается перепускной канал, и часть масла из насоса устремляется через коллектор снова во всасывающую полость корпуса, что уменьшает производительность насоса. В случае повышения давления во всей системе более 65.70 кгс/см^2 открывается предохранительный клапан, масло также возвращается во всасывающую полость, давление в системе снижается.

Распределительное устройство (распределитель) служит для направления потока масла в полости силового цилиндра в соответствии с поворотом рулевого колеса. Распределитель золотникового типа, с реактивными камерами, установлен на переднем конце продольной рулевой тяги.

Распределитель состоит из корпуса 17 (Рисунок 5.8) с крышкой; золотника 4 с центральным болтом 3, манжетами 2 и 5 и опорными шайбами 1 и 16; обратного клапана 18.

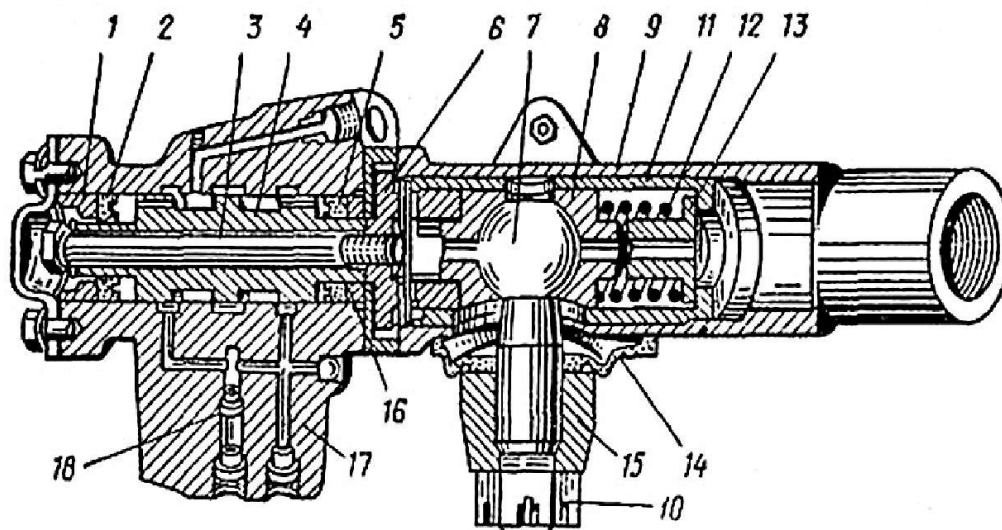


Рисунок 5.8 – Распределитель усилителя автомобиля ГАЗ 66:

1, 16 - опорные шайбы; 2, 5 - манжеты; 3 - болт; 4 - золотник; 6 - гайка; 7 - шаровой палец; 8 - сухарь; 9 - наконечник; 10 - гайка; 11 - стакан; 12 - пружина; 13 - ограничитель пружины; 14 - защитная муфта; 15 - рулевая сошка; 17 - корпус; 18 - обратный клапан

Корпус имеет центральное отверстие с тремя кольцевыми проточками. Крайние проточки соединяются между собой и с отверстием, куда присоединяется трубопровод от насоса. Центральная проточка через отверстие в корпусе и шланг соединяется с бачком. В поясах корпуса между кольцевыми проточками имеются отверстия, которые через каналы и трубопроводы соединены с полостями силового цилиндра.

Золотник расположен внутри корпуса. В нем есть три кольцевых пояса и проточки между ними. Ширина поясков золотника несколько меньше ширины проточек в корпусе, так что между поясками золотника и корпуса образуются кольцевые щели. Центральный болт, на который надет золотник, ввернут в гайку 6 стакана шарнира продольной рулевой тяги. Золотник уплотняется двумя манжетами, упирающимися в опорные шайбы. Пространство между торцами золотника и манжетами называется реактивными камерами, а поверхности торцов золотника - реактивными площадками. Реактивные камеры через узкие отверстия в крайних поясках соединяются с проточками золотника и тем самым с соответствующими полостями силового цилиндра.

Обратный клапан служит для перепуска масла из одной полости силового цилиндра в другую при поворотах с неисправным насосом. Клапан установлен в канале корпуса, связанном со сливом.

Силовой цилиндр 7 (Рисунок 5.9) преобразует давление масла в усилие, необходимое для поворота управляемых колес. Одним концом цилиндр крепится к кронштейну, установленному на картере главной передачи переднего моста, вторым закреплен на поперечной рулевой тяге. Силовой цилиндр состоит из корпуса 1 (Рисунок 5.9) с проушиной, направляющей головки 7 с накидной гайкой 6 и контргайкой 5, поршня со штоком 2 и уплотнений. Полости силового цилиндра соединяются трубопроводами с распределителем.

Работа рулевого управления совместно с усилителем. При движении автомобиля прямо (Рисунок 5.10, а) водитель на рулевое колесо не

воздействует. Золотник 2 распределителя занимает в корпусе среднее положение. Масло от насоса поступает в крайние кольцевые проточки корпуса распределителя, через кольцевые щели проходит в среднюю проточку и дальше на слив в бачок. Масло заполняет обе полости силового цилиндра, где находится под одинаковым давлением, поэтому поршень не перемещается и, следовательно, на колеса не воздействует. То есть одинаковое давление поддерживается в обеих реактивных камерах 8 и 9 распределителя, и это удерживает золотник в среднем положении.

При повороте рулевого колеса направо (Рисунок 5.10, б) усилие водителя через рулевой механизм передается на сошку 3, которая перемещается назад, увлекая за собой шаровой палец и детали шарнира продольной рулевой тяги в этом направлении. Стакан шарнира через болт перемещает за собой золотник на величину 1,5 мм. Передний поясок золотника перекрывает кольцевую щель, связывающую левую полость силового цилиндра с насосом; задний поясок расширяет кольцевую щель, связывающую правую полость силового цилиндра с насосом. Средний поясок золотника перекрывает кольцевую щель, соединяющую правую полость цилиндра со сливом, и расширяет кольцевую щель, соединяющую левую полость цилиндра со сливом.

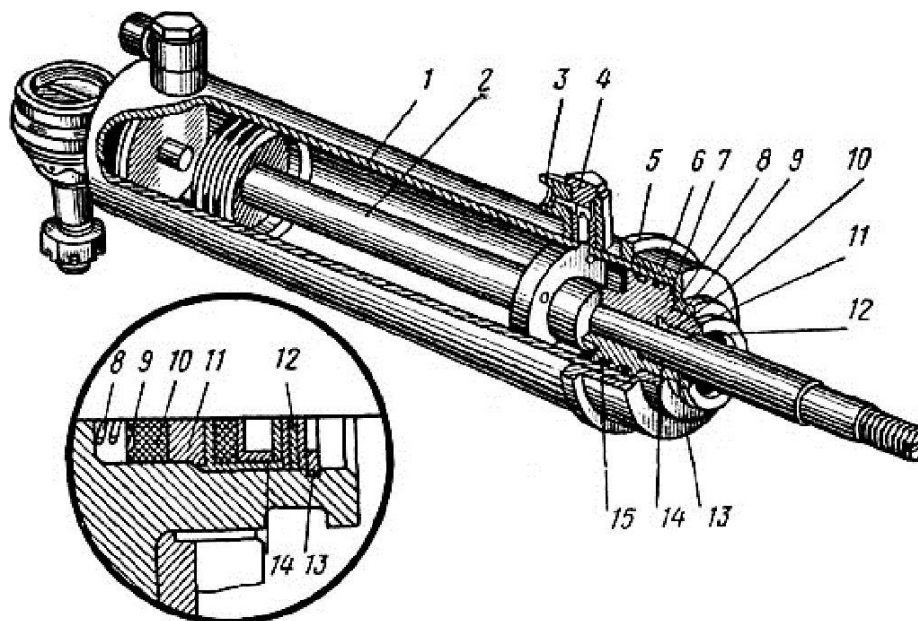


Рисунок 5.9 – Силовой цилиндр усилителя автомобиля ГАЗ-66:

- 1 - корпус; 2 - шток с поршнем; 3 - штуцер; 4 - гайка штуцера;
- 5 - контргайка; 6 - гайка цилиндра; 7 - головка цилиндра; 8 - пружина уплотнения; 9 - распорная чашка; 10 - манжета; 11 - втулка; 12 - шайба;
- 13 - стопорное кольцо; 14 - сальник; 15 - уплотнительное кольцо

Масло от насоса через распределитель поступает в правую полость силового цилиндра, давит на поршень 7 и перемещает его. Это движение поршня через шток передается на поперечную рулевую тягу 6 и далее на колеса. Одновременно масло из левой полости цилиндра вытесняется поршнем через распределитель на слив, в бачок. Таким образом, усилие водителя, прикладываемое к рулевому колесу, увеличивается за счет действия усилителя, что облегчает поворот управляемых колес.

При прекращении поворота рулевого колеса масло еще какое-то время продолжает поступать в силовой цилиндр, его поршень воздействует на

поперечную рулевую тягу, которая через поворотные рычаги перемещает назад продольную рулевую тягу. Закрепленный на ней корпус распределителя надвигается на золотник, и последний оказывается в среднем положении. Давление масла в обеих полостях силового цилиндра выравнивается. Управляемые колеса остаются в заданном положении.

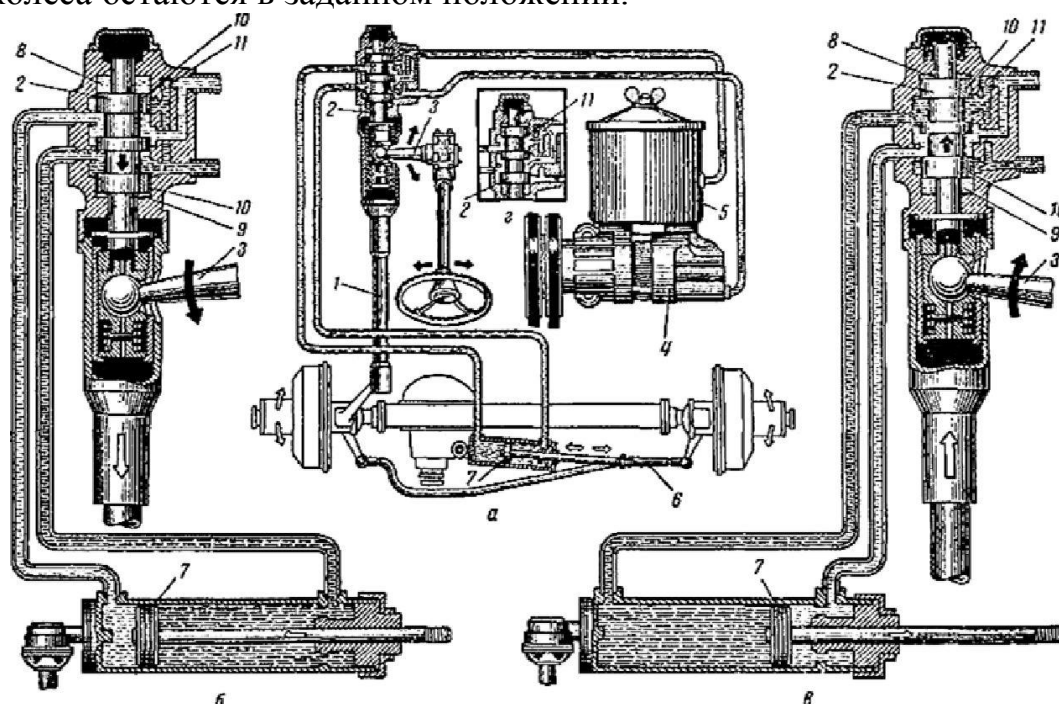


Рисунок 5.10 – Схема работы рулевого управления автомобиля ГАЗ-66:

а - движение прямо; б - поворот направо; в - поворот налево; г - поворот направо с неработающим насосом; 1 - продольная рулевая тяга; 2 - золотник; 3 - сошка; 4 - насос; 5 - бачок; 6 - поперечная рулевая тяга; 7 - поршень силового цилиндра; 8, 9 - реактивные камеры; 10 - отверстие золотника; 11 - обратный клапан

Поворот налево (Рисунок 5.10, в) осуществляется аналогично, но золотник смещается вперед, масло от насоса подается в правую полость силового цилиндра, а левая полость соединяется со сливом.

В случае повреждения во время движения какого-либо колеса автомобиль уводит в сторону поврежденного колеса. Чтобы удержать автомобиль, водитель поворачивает рулевое колесо в сторону, противоположную уводу, тем самым смещает золотник. Масло поступает от насоса в силовой цилиндр и помогает водителю удерживать автомобиль в нужном направлении. Таким образом, усилитель повышает безопасность движения.

Боковые толчки и удары, действующие на передние колеса, смягчаются в силовом цилиндре и не передаются на рулевое колесо.

При управлении автомобилем водитель должен «чувствовать дорогу». Это «чувство» проявляется в том, что чем больше сопротивление повороту, тем большее усилие нужно приложить к рулевому колесу. При наличии усилителя с увеличением сопротивления повороту возрастает давление в полости силового цилиндра, такое же давление устанавливается в одной из реактивных камер распределителя (в камере 9 при повороте направо и в камере 8 при повороте налево). Это давление стремится вернуть золотник в среднее положение. Чтобы удержать золотник в смещенном положении, водителю приходится прикладывать к рулевому колесу усилие, пропорциональное давлению масла, а

следовательно, сопротивлению повороту. Этим достигается «чувство дороги» у водителя.

При повороте с неработающим насосом водитель поворачивает управляемые колеса за счет своей мускульной силы. В этом случае поршень силового цилиндра выталкивает масло к крайним кольцевым проточкам корпуса распределителя, а в другой части полости силового цилиндра создается разрежение, которое передается к средней проточке корпуса. Под действием разности давлений открывается обратный шариковый клапан 11 (Рисунок 5.10, г), и масло переходит из одной полости силового цилиндра в другую. Длительная езда с неисправным усилителем недопустима.

В усилитель рулевого привода заправляется через бачок 1,8 л масла.

Рулевое управление транспортных и энергетических средств с остовом в виде сочлененных полурам.

На таких машинах устанавливается гидросистема рулевого управления с совместно работающими гидронасосами (Рисунок 5.11).

Гидронасосы 2 и 5 через напорные фильтры 6 и 7 подводят масло к приоритетному клапану 8. От него масло поступает к гидрорулю 12 и распределителю 9 управления навесным оборудованием. При этом если золотник гидроруля и золотники распределителя навесной системы находятся в нейтральном положении, то проход масла обеспечивается на слив в бак, в результате чего гидронасосы разгружаются. Кроме того, приоритетный клапан объединяет напорные линии гидронасосов, что обеспечивает приоритетную подачу масла в рулевое управление.

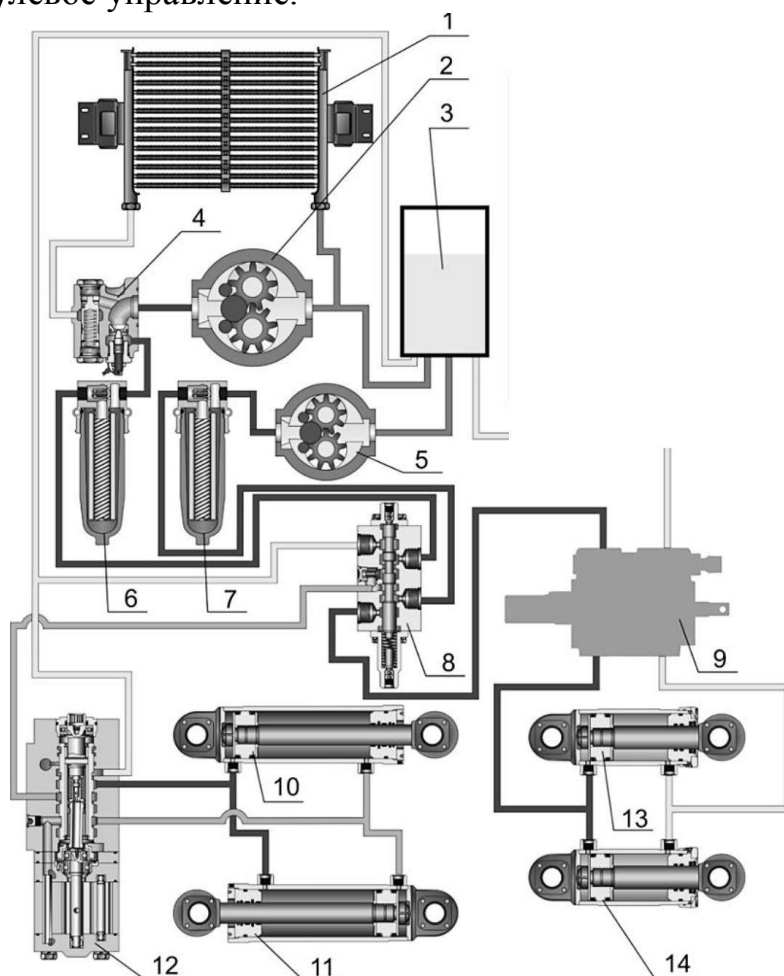


Рисунок 5.11 – Гидравлическая система управления поворотом и рабочего оборудования:

1 - радиатор; 2 - насос системы управления поворотом; 3 - гидробак; 4 - регулятор расхода; 5 - насос системы рабочего оборудования; 6, 7 - напорные фильтры; 8 - приоритетный клапан; 9 - гидрораспределитель системы рабочего оборудования; 10, 11 - гидроцилиндры системы управления поворотом; 12 - гидроруль; 13, 14 - гидроцилиндры системы рабочего оборудования

Гидроруль предназначен для работы с приоритетным клапаном типа ОКП1 или ОКП2 и для установки их в совмещенные гидросистемы рулевого управления и рабочего оборудования. Устройство гидроруля и его гидравлическая схема показаны на рисунке 5.12 и 5.13.

Управление транспортным средством производится с помощью гидроруля 12. Водитель, вращая рулевое колесо, смещает золотник гидроруля, вследствие чего нагнетательная полость *P* подключается к полостям *L* или *R* силовых цилиндров 10, а обратные полости этих гидроцилиндров соединяются со сливом (Рисунок 5.13). Соответствие скорости вращения руля и скорости поворота полурам осуществляется с помощью гидромотора, выполненного заодно с гидрорулем.

Гидроруль состоит из трех элементов: распределительного блока 1, планетарного редуктора 2 и гидромотора 3 обратной связи. Распределительный блок состоит из корпуса 4, золотника 5, вала 6, зафиксированного стопорным кольцом 10, комбинированного уплотнения 7 (включающего резиновое и защитное кольца), упорного подшипника 8, размещенного в крышке 9, которая загерметизирована резиновым кольцом 11.

В центральном отверстии золотника расположена втулка 12. Втулка имеет возможность поворачиваться без осевого перемещения относительно золотника. В нижней части втулки выполнены эвольвентные шлицы, в верхней - направляющие пазы, в которые входит палец 13, соединяющий вал со втулкой. Между валом и втулкой установлена пружина 14 нульустановителя, предназначенного для возврата золотника в исходное положение при снятии момента с вала.

Планетарный редуктор (передаточное отношение $i = 15,5$) состоит из коронной шестерни 15, сателлита 16 с подшипником 17, закрепленном на эксцентриковом валу 18 гидромотора и центральной шестерни 21. Золотник через втулку соединен с планетарным редуктором карданом 19, зубчатые венцы которого одной стороной входят в зацепление с втулкой, а другой - с сателлитом.

Гидромотор обратной связи состоит из корпуса 20, центральной шестерни 21, трёх периферийных шестерён 22, установленных на осях 23. Центральная шестерня конусным штифтом 24 связана с эксцентриковым валом гидромотора. В верхней 25 и нижней 26 крышках гидромотора размещены шариковый 27 и игольчатые 28 и 29 подшипники. Три штифта 30 обеспечивают центрирование при сборке гидромотора. Элементы 1, 2 и 3 стягиваются вместе болтами 31.

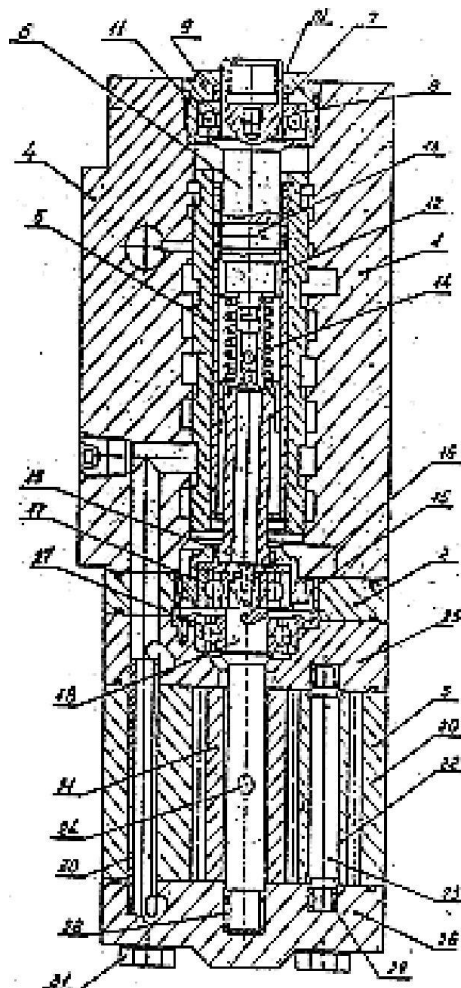


Рисунок 5.12 – Устройство гидроруля:

1 - распределительный блок; 2 - планетарный редуктор; 3 - гидромотор обратной связи; 4 - корпус распределительного блока; 5 - золотник; 6 - вал; 7 - комбинированное уплотнение; 8 - упорный подшипник; 9 - крышка; 10 - стопорное кольцо; 11 - резиновое кольцо; 12 - втулка; 13 - палец; 14 - пружина; 15 - коронная шестерня; 16 - сателлит; 17 - подшипник; 18 - эксцентриковый вал; 19 - карданный вал; 20 - корпус гидромотора; 21 - центральная шестерня; 22 - периферийная шестерня; 23 - оси шестерён; 24 - корпусные штифты; 25, 26 - верхняя и нижняя крышки гидромотора; 27, 28, 29 - подшипники; 30 - штифт; 31 - болт

В состав гидроруля входят предохранительный клапан 4, два противоударных 5, 6 и два обратных 7, 8 клапана (Рисунок 5.13).

Подключение гидроруля к гидросистеме осуществляется посредством пяти резьбовых отверстий на корпусе распределительного блока; *P* - напорная линия для соединения с линией *P* приоритетного клапана; *T* - сливная линия для соединения с гидробаком; *L* и *R* - цилиндрические линии для соединения с дополнительными гидроцилиндрами поворота; *LS* - линия управления для соединения с линией управления соответственно *LS* приоритетного клапана.

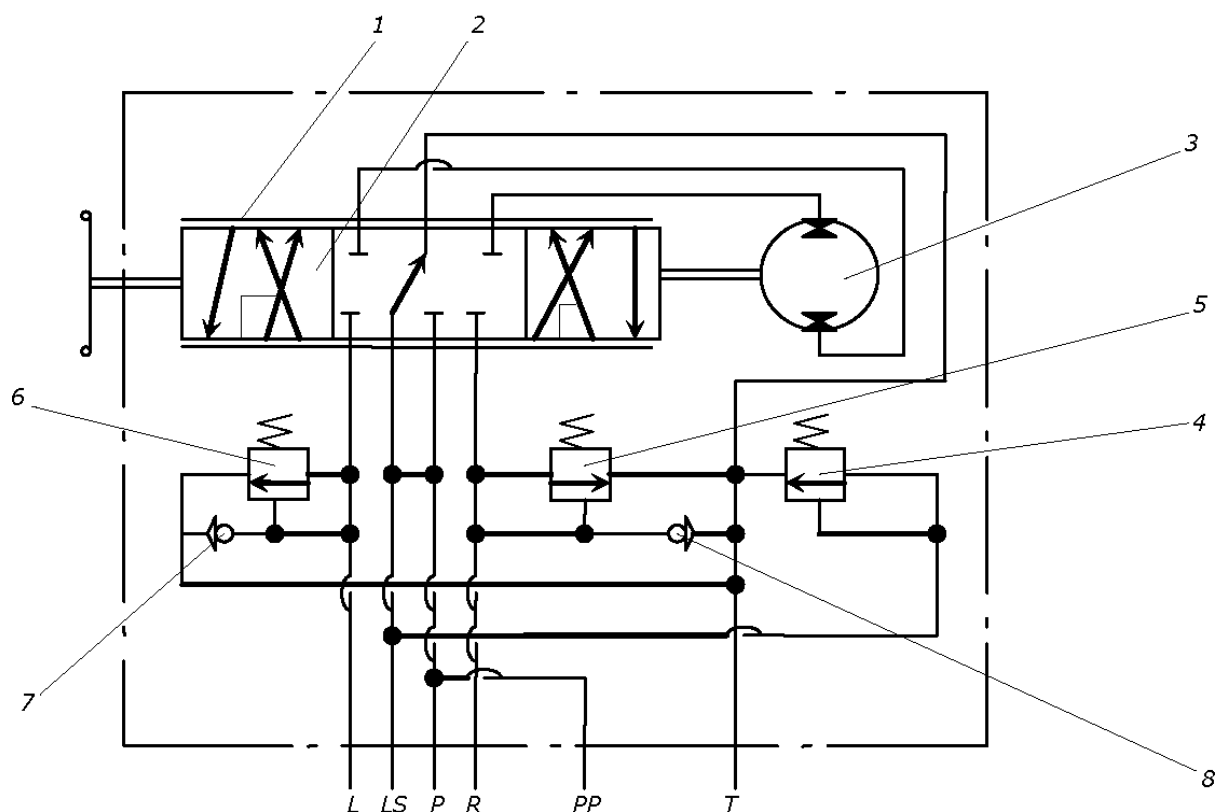


Рисунок 5.13– Принципиальная гидравлическая схема гидроруля:

1 - корпус; 2 - золотник; 3 - гидромотор; 4 - предохранительный клапан; 5, 6 - противоударные клапаны; 7, 8 - обратные клапаны; P - напорная линия; T - сливная линия; L, R - цилиндровые линии; LS - линия управления от гидроруля; PP - линия управления от напора

Так как гидроруль предназначен для работы с приоритетными клапанами типа ОКП1 или ОКП2, работа гидроруля описана с учетом установки его в гидросистему транспортного средства в комплекте с клапаном ОКП1. На рисунке 5.14 показаны гидравлическая схема и устройство приоритетного клапана.

Приоритетный клапан состоит из корпуса 1 с размещенным в нём золотником 2 и двумя концентрично расположенными возвратными пружинами 3 и 4; обратного клапана, отделяющего линию P2 от напорной линии P и состоящего из тарелки 6, возвратной пружины 7 и пробки ограничителя 8.

Золотник выполнен с четырьмя регулируемыми кромками: «а» - кромка регулирования потока от линии P1 к дополнительному потребителю EF1; «б» - кромка регулирования потока от линии P1 к гидрорулю; «в» - кромка регулирования потока от линии P2 к гидрорулю; «г» - кромка регулирования потока от линии P2 к дополнительному потребителю EF2.

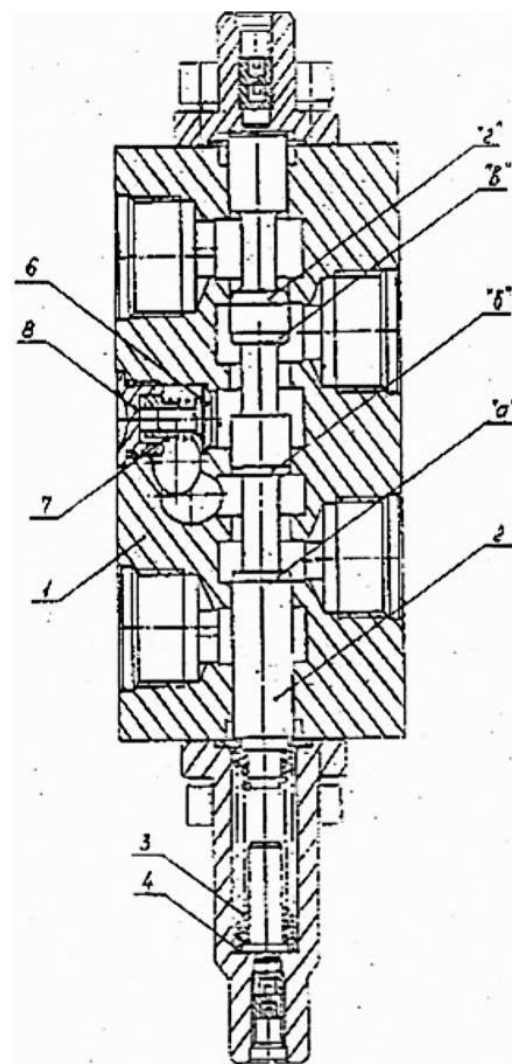
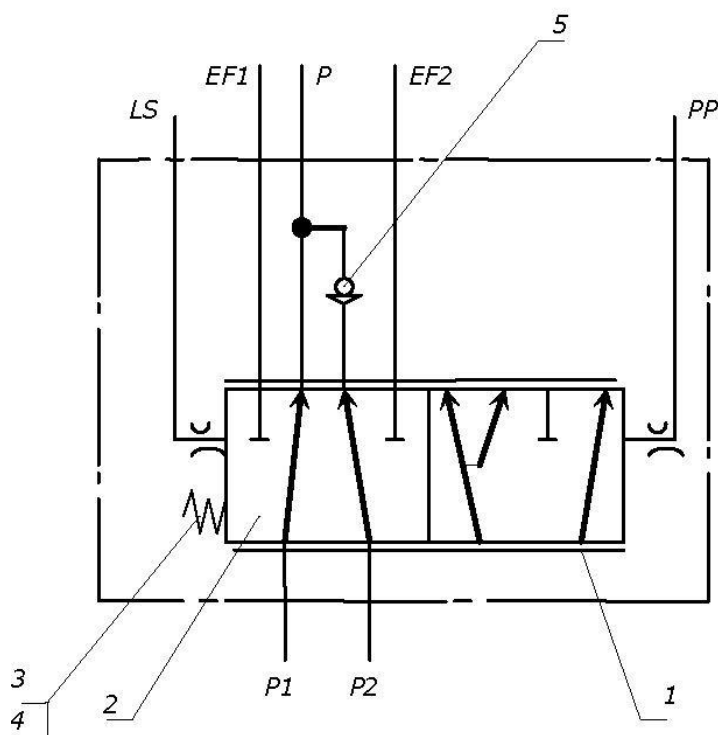


Рисунок 5.14 – Принципиальная схема и устройство приоритетного клапана:

1 - корпус; 2 - золотник; 3, 4 - пружины; 5, 6, 7, 8 - детали обратного клапана

Принцип действия приоритетного клапана описан на примере его совместной работы со стандартным гидрорулём исполнения *LS*.

В нейтральной позиции золотника линия *LS* гидроруля соединена со сливом, в результате чего приоритетный клапан разгружает насосы питания в линии дополнительных потребителей и далее на слив в гидробак.

При повороте вала гидроруля золотник под действием пальца на направляющие пазы втулки смещается в осевом направлении, отсоединяя линию *LS* от слива и соединяя ее со входной полостью гидромотора. При этом напорная линия *P* гидроруля через дросселирующие кромки золотника также соединяется с входом гидромотора и далее с цилиндровой линией *L* или *R* в зависимости от направления поворота, а противоположная цилиндровая линия *R* или *L* соединяется со сливом (линия *T*). Линия *R* соединена с линией *LS* через дроссель.

Так как линия *LS* отсоединена от слива, происходит перемещение золотника приоритетного клапана в сторону, обеспечивающую повышение давления в линии *P* и эксцентриковый вал гидромотора потоком жидкости, поступающей в гидромотор и далее в цилиндровую линию, приводится во вращение и через планетарный редуктор карданом поворачивает втулку в сторону вращения вала гидроруля, стремясь сместить ее, а, следовательно, и

золотник в осевом направлении в исходное положение по направляющим пазам втулки. При этом происходит перемещение штока исполнительного гидроцилиндра пропорционально углу поворота вала гидроруля. При остановке вращения вала и его удержании происходит осевое смещение золотника в сторону исходного положения до момента снижения давления в линии P до величины, меньшей внешней нагрузки, и прекращение поворота машины. При отпуске вала гидроруля под действием пружины нульустановителя происходит смещение золотника в исходное положение, полная разгрузка насоса на слив через приоритетный клапан.

Максимальное рабочее давление в гидросистеме рулевого управления ограничивается настройкой предохранительного клапана. На давление 19 МПа регулируются противоударные клапаны, которые срабатывают от воздействия внешних нагрузок при нейтральном положении распределителя во время движения машины.

Контрольные вопросы

1. Из каких основных элементов состоит гидроусилитель легкового автомобиля?
2. Каков принцип работы распределителя рейки ГУР?
3. Перечислите достоинства и недостатки ГУР.
4. Какие типы ГУР применяются?
5. Поясните принцип работы следящего механизма в рулевом управлении автомобиля ГАЗ-66.
6. Устройство и работа насоса рулевого управления автомобиля ГАЗ-66.
7. Устройство и работа гидроруля и приоритетного клапана.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

СХЕМА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ.

ТОРМОЗНЫЕ КОНТУРЫ И АГРЕГАТЫ.

Цель работы: изучить устройство и работу тормозных контуров, а также компрессора и регулятора давления тормозной системы автомобилей КамАЗ. Изучить устройство и работу основных агрегатов пневматической тормозной системы.

Автомобиль КамАЗ-5320 оборудован рабочей, стояночной, вспомогательной и запасной тормозными системами, а также системой для аварийного растормаживания стояночного тормозного механизма и выводами для питания сжатым воздухом прицепов и полуприцепов. Рабочие тормозные механизмы имеют отдельный привод.

Тормозной пневмопривод автомобилей семейства КамАЗ (Рисунок 6.1) состоит из общего участка источника воздуха всех контуров сжатым воздухом и пяти независимых контуров. Общий участок состоит из компрессора 9, регулятора давления 11, предохранителя 12 от замерзания конденсата и конденсационного ресивера (баллона) 20 с клапаном отбора воздуха 21. Воздух по воздухопроводу подходит к двух- и трехсекционному защитным клапанам, а затем расходится по пяти независимым контурам.

Контур I привода рабочих тормозных механизмов колес переднего моста и прицепа включает часть тройного защитного клапана 17, ресивер 24 объемом 20 л с краном 19 слива конденсата и датчиком 18 падения давления, часть двухстрелочного манометра 5, нижнюю секцию двухсекционного тормозного крана 16, клапан 8 ограничения давления, клапан 7 контрольного вывода, тормозные камеры 1 передних колес, трубопроводы от нижней секции двухсекционного тормозного крана 16 к нижней секции клапана 31 управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом и от него к клапану 34 управления тормозными механизмами прицепа с однопроводным приводом, к разобщительным кранам 37 и соединительным головкам 38 и 39.

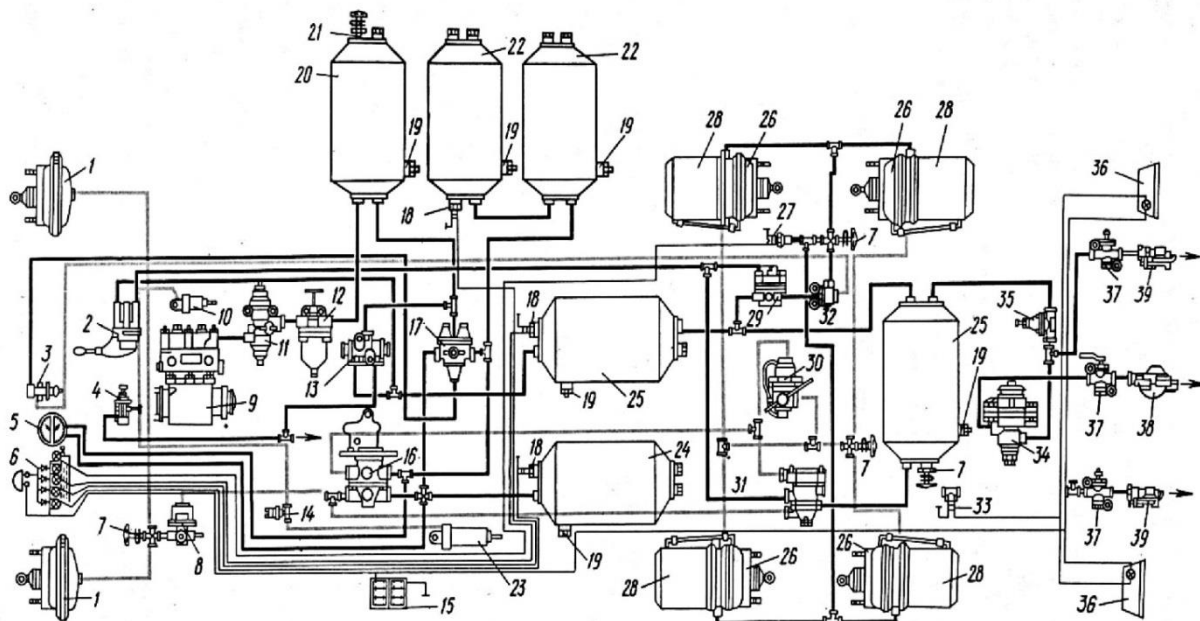


Рисунок 6.1 – Тормозной пневмопривод автомобиля КамАЗ 5320

Контур II привода рабочих тормозных механизмов колес задней тележки и прицепа включает часть тройного защитного клапана 17, ресиверы 22 общим

объемом 40 л, часть двухстрелочного манометра 5, верхнюю секцию двухсекционного тормозного крана 16, автоматический регулятор 30 тормозных сил, четыре тормозных камеры 26 колес задней тележки, клапан 7 контрольного вывода, верхнюю секцию клапана 31 управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, далее, те же узлы привода прицепа, что были перечислены в первом контуре, воздухопроводы и шланги между всеми перечисленными элементами.

Контур III привода тормозных механизмов стояночной и запасной тормозных систем тягача и прицепа, а также питания комбинированного привода тормозных механизмов прицепа включает часть двойного защитного клапана 13, два ресивера 25 общим объемом 40 л, клапан 7 контрольного вывода, кран 2 управления стояночной и запасной тормозными системами, ускорительный клапан 29, часть двухмагистрального перепускного клапана 32, четыре пружинных энергоаккумулятора 28, трубопроводы и шланги между названными узлами; трубопровод от крана стояночного и запасного тормозных механизмов к средней секции клапана 31 управления тормозными механизмами прицепа с двухпроводным приводом, ресивер 25 к одинарному защитному клапану 35, к клапану 34 управления тормозными механизмами с однопроводным приводом и разобщительным клапаном 37, соединительным головкам 38 и 39 (головка 38 типа А однопроводного привода тормозных механизмов прицепа, головки 39 типа «Палм» двухпроводного привода).

Контур IV привода вспомогательной тормозной системы и питания потребителей включает конденсационный ресивер 20, часть двойного защитного клапана 13, два цилиндра 23 привода заслонки вспомогательной тормозной системы, трубопроводы и шланги между перечисленными приборами. От этого же контура сжатый воздух поступает к дополнительным потребителям (стеклоочистители, пневмогидравлический усилитель сцепления и др.).

Контур V привода системы аварийного растормаживания тормозных механизмов стояночной тормозной системы включает: часть тройного защитного клапана 17, кран 3 системы аварийного растормаживания, часть перепускного клапана 32, воздушные ресиверы 22 и 24, воздухопроводы и шланги между перечисленными приборами.

В тормозную систему также входят датчики 14 - включения электромагнитного клапана тормозного механизма прицепа, 27 - включения контрольной лампы стояночной тормозной системы, и 33 - включения сигнала торможения.

Компрессор двухцилиндровый поршневого типа (Рисунок 6.2) установлен на переднем торце задней крышки блок-картера, имеет зубчатый привод. Воздух в компрессор через пластинчатые впускные клапаны поступает из впускного коллектора двигателя, а сжатый воздух вытесняется в пневмосистему через пластинчатые нагнетательные клапаны, расположенные в головке цилиндров.

Через уплотнитель 3 масло из масляной магистрали двигателя подается по каналам коленчатого вала компрессора к его шатунным подшипникам, остальные детали смазываются разбрызгиванием.

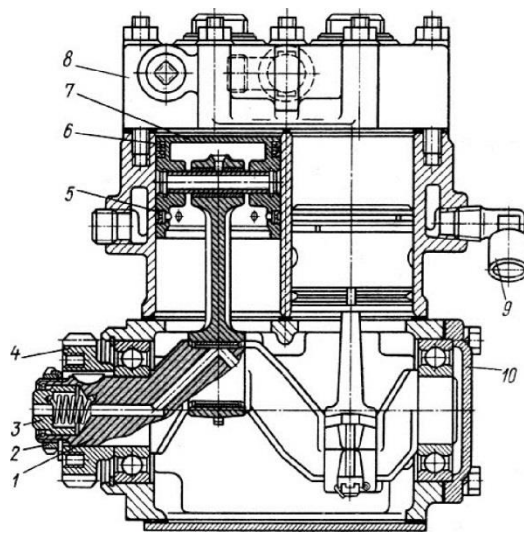


Рисунок 6.2 – Компрессор пневмосистемы автомобилей семейства КамАЗ:

1 - коленчатый вал; 2 - гайка крепления зубчатого колеса; 3 - уплотнитель; 4 - зубчатое колесо привода; 5 - маслосъемное кольцо; 6 - компрессорное кольцо; 7 - поршень; 8 - головка цилиндров; 9 - штуцер; 10 - крышка

Регулятор давления сжатого воздуха, поступающего от компрессора (Рисунок 6.3). При возрастании давления до 750 кПа регулятор сообщает пневмосистему с атмосферой и подача воздуха прекращается, а при падении давления до 620 кПа сжатый воздух вновь поступает в пневмосистему.

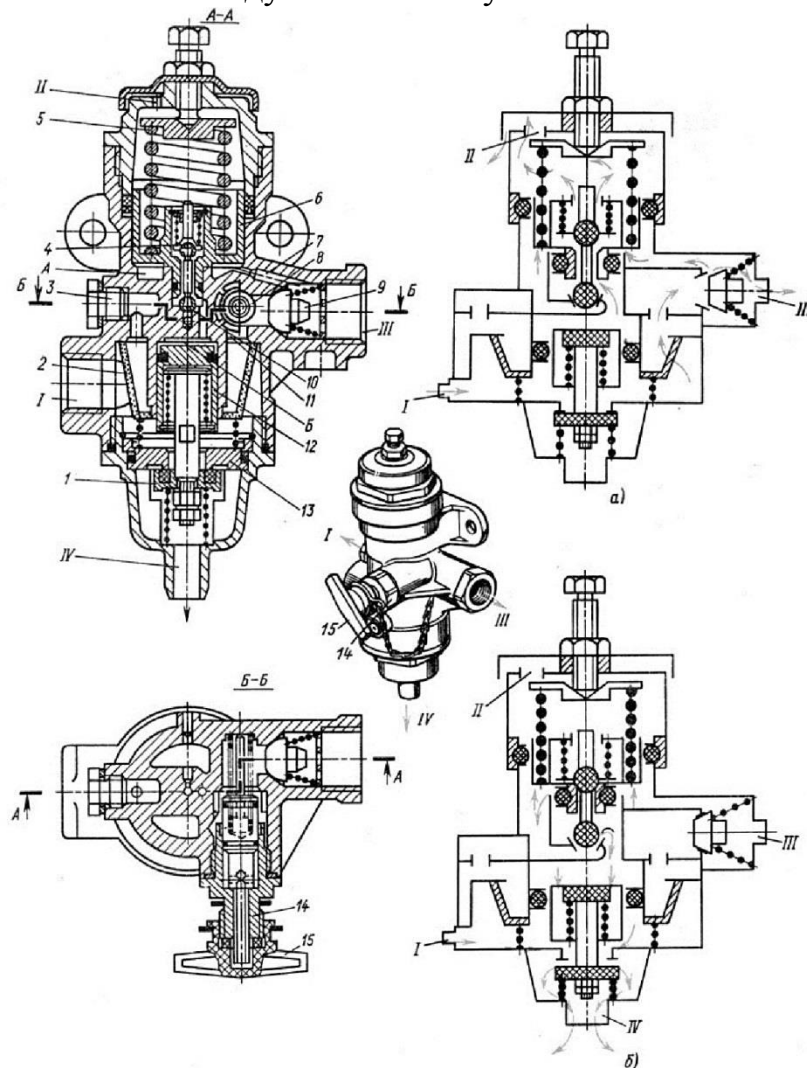


Рисунок 6.3 – Регулятор давления:

а - схема работы при давлении в системе менее 700кПа; *б* - схема работы при давлении в системе 700... 750 кПа; 1 -разгрузочный клапан; 2 - фильтр; 3 - пробка; 4 - выпускной клапан; 5 - пружина; 6 - следящий поршень; 7, 8, 11 каналы; 9 - обратный клапан; 10 - впускной канал; 12 - разгрузочный поршень; 13 - седло разгрузочного клапана; 14 - клапан для накачивания шин; 15 - колпачок; А - полость под следящим поршнем; Б - полость над разгрузочным поршнем; *I* - вывод от компрессора; *II* и *IV* - выходы в атмосферу; *III* - вывод в пневмосистему

При давлении в системе менее 700 кПа воздух из компрессора поступает в вывод *I* регулятора, проходит через фильтр 2 в кольцевой канал 8 и через обратный клапан 9 в пневмосистему. Часть воздуха одновременно через канал 7 поступает в полость *A* под поршень 6, уравновешенный пружиной 5. Выпускной клапан 4, соединяющий полость *B* над разгрузочным поршнем 12 с атмосферой через вывод *II*, открыт, а впускной клапан 10, через который сжатый воздух поступает в полость *B*, под действием пружины закрыт, так же как и разгрузочный клапан 1 (Рисунок 6.3, а).

В случае повышения давления в пневмосистеме, а следовательно, и в полости *A* до 750 кПа поршень 6 поднимается, преодолевая сопротивление пружины 5. Выпускной клапан 4 закрывается, впускной клапан 10 открывается, и воздух из полости *A* поступает в полость *B*.

При этом разгрузочный поршень 12 перемещается вниз, разгрузочный клапан 1 открывается, и сжатый воздух через вывод *IV* выходит в атмосферу. В результате снижения давления в кольцевом канале 8 обратный клапан 9 закрывается (Рисунок 6.3, б).

Как только давление в пневмосистеме и полости *A* снизится до 620 кПа, поршень 6 под действием пружины 5 переместится вниз, впускной клапан 10 закроется, выпускной клапан 4 откроется и полость *B* через вывод *II* соединится с атмосферой. Под действием своей пружины поршень 12 поднимется вверх, разгрузочный клапан 1 закроется и компрессор вновь будет нагнетать воздух в пневмосистему (Рисунок 6.3, а).

В случае выхода из строя регулятора давление в выводе *I* возрастает и разгрузочный клапан 1 срабатывает как предохранительный, открываясь при давлении 1000 кПа, преодолевая при этом суммарное сопротивление своей пружины и пружины разгрузочного поршня 12.

Для подсоединения специальных устройств в регуляторе имеется канал, закрытый пробкой 3. Колпачком 15 закрыт клапан, служащий для накачивания шин. После навинчивания штуцера шланга клапан необходимо утопить. При этом открывается доступ в шланг сжатому воздуху и одновременно преграждается проход воздуха в пневмосистему. Давление воздуха в пневмосистеме должно быть пониженным, так как при работе компрессора в режиме холостого хода нельзя производить отбор воздуха.

Тормозные камеры предназначены для приведения в действие тормозных механизмов колес автомобиля. Тормозные механизмы установлены на всех колесах. На промежуточном и заднем мостах автомобиля они являются общими для рабочей, стояночной и запасной тормозных систем.

Тормозные механизмы передних колес приводятся в действие (работу) тормозными камерами типа 24 (см. Рисунок 6.4, а), а задние - типа 20 (см.

Рисунок 6.4, б). Цифры 24 и 20 означают активную площадь мембраны камер в квадратных дюймах.

В камере типа 24 (см. Рисунок 6.4, а) мембрана 5 зажата между корпусом 2 камерой и крышкой 3. На конце штока 1 закреплена вилка 7, соединенная с регулировочным рычагом тормозного механизма.

При работе контура I в случае торможения сжатый воздух поступает через штуцер 4 в полость над мембраной 5 (см. Рисунок 6.4, а) и, перемещая ее с помощью штока 1 и вилки 7, передается усилие на регулировочный рычаг тормозного механизма колес. В результате воздух из-под мембраны выходит в атмосферу через отверстие в корпусе 2 камеры. При растормаживании сжатый воздух выходит в атмосферу через двухсекционный тормозной кран. Мембрана под действием возвратной пружины 6 возвращается в исходное положение, и колодки под действием оттяжных пружин возвращаются в результате от тормозного барабана.

Тормозная камера типа 20 (Рисунок 6.4, б) выполнена по конструкции с пружинным энергоаккумулятором. Тормозная камера является составной частью контура II пневмопривода рабочей тормозной системы, а энергоаккумулятор входит по конструкции в контур III привода стояночной и запасной тормозных систем. Работа стояночного и запасного тормозных механизмов происходит в результате обратного действия, т.е. при подаче в энергоаккумулятор сжатого воздуха выполняется растормаживание, а при выпуске воздуха из него – затормаживание колес.

В расторможенном состоянии сжатый воздух расположен в цилиндре энергоаккумулятора (Рисунок 6.4, в). Ниши (полости) тормозной камеры над мембраной и под ней соединены атмосферой.

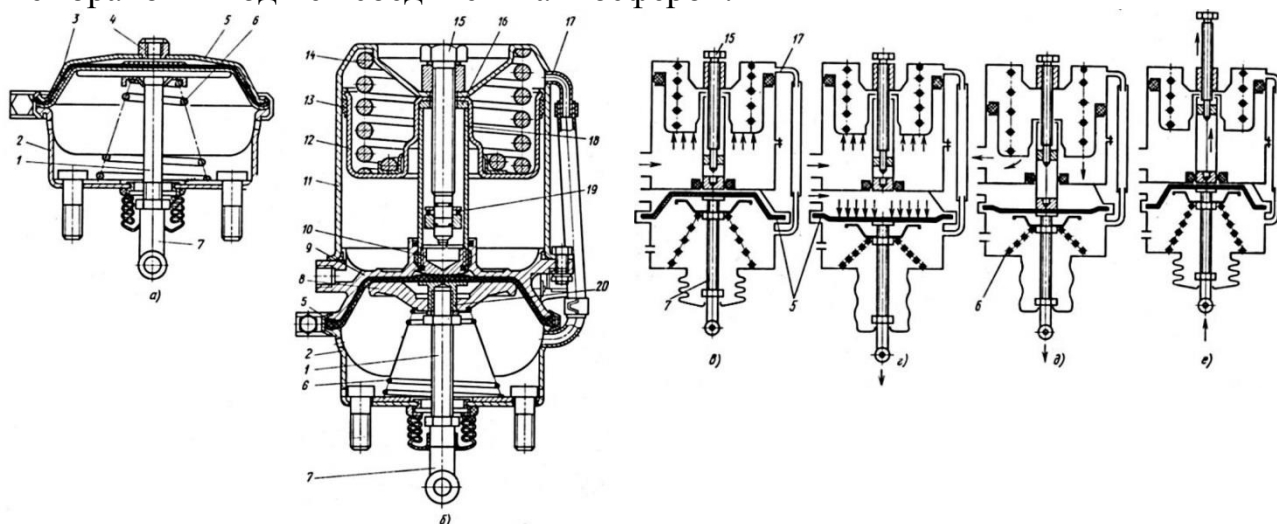


Рисунок 6.4 – Тормозные камеры автомобилей КамАЗ:

а - тип 24; б - тип 20 с энергоаккумулятором; в - схема работы камеры при не торможении; г - схема работы камеры при торможении тормозным механизмом; д - схема работы камеры при торможении запасным и стояночным тормозными механизмами; е - схема работы камеры при механическом расторможении тормозных механизмов; 1 - шток; 2 - корпус; 3 - крышка корпуса; 4 - штуцер; 5 - мембрана; 6, 14 - пружины; 7 - вилка; 8 - диск; 9 - фланец цилиндра; 10 - подпятник; 12 - поршень; 13 - уплотнитель поршня; 15 - винт; 16 - упорная шайба; 17 - дренажная трубка; 18 - толкатель; 19 - подшипник; 20 - гайка

При торможении тормозной системой (контур II) сжатый воздух из двухсекционного тормозного крана по специальному штуцеру подается в нишу (полость) камеры над мембраной (Рисунок 6.4, г), которая через шток 1 и вилку 7 (Рисунок 6.4, б), соединенную с регулировочным рычагом, приводит в работу тормозной механизм колеса.

При растормаживании сжатый воздух через двухсекционный кран выходит из полости камеры над мембраной в атмосферу и под действием пружины 6 мембрана возвращается в исходное своё положение.

При работе стояночного тормозного механизма (Рисунок 6.4, д) сжатый воздух выходит из ниши (полости) под поршнем 12 (Рисунок 8.1, б), поршень передвигается вниз и, передвигая толкатель 18, через подпятник 10, мембрану 5 и шток 1 приводит в работу тормозной механизм. Для растормаживания стояночного тормозного механизма под поршень 12 из системы подводится сжатый воздух, поршень поднимается, сжимая пружину 14, мембрана и шток под действием возвратной пружины 6 поднимаются вверх. При этом воздух из ниши (полости) над поршнем через дренажную трубку 17 и отверстие в корпусе 2 тормозной камеры выпускается в атмосферу. При использовании запасного тормозного механизма воздух частично выходит из энергоаккумуляторов. Количество выпускаемого воздуха и частота торможения зависят от положения ручки крана стояночного и запасного тормозных механизмов, работа которого будет показана ниже.

Запасная система используется при неэффективном срабатывании рабочей тормозной системы (например утечки воздуха). В результате большого зазора между колодками и барабаном хода штока 1, может не хватить для осуществления рабочего торможения, в результате при включении запасной системы под действием силовой пружины толкатель энергоаккумулятора будет воздействовать на середину мембраны и дополнительно толкать шток, что возможно, так как колпачковая гайка 20, накрученная на шток, даст возможность штоку переместиться относительно опорного диска 8.

Для механического (ручного) растормаживания (Рисунок 6.4, е) выкручивают винт 15 (Рисунок 6.4, б), при этом переместится поршень 12 вместе с толкателем 18. Пружина 14 сожмётся и с помощью штока 1 в результате действия пружины 6 тормозной механизм растормаживается.

Двухсекционный тормозной кран (Рисунок 6.5) служит для управления механизмами рабочей тормозной системы автомобиля и комбинированным приводом тормозных механизмов прицепа при наличии отдельного привода к тормозным механизмам передних и задних колес. В расторможенном состоянии (Рисунок 6.5, а) воздух из крана в контуры не поступает.

При торможении усилие от тормозной педали передается через упругий элемент 4 крана на ступенчатый поршень 3, который, перемещаясь вниз, закрывает выпускное отверстие клапана 2, разобщая вывод II с атмосферой. При движении поршня 3 вниз обеспечивается доступ сжатому воздуху из вывода III к выводу II и далее к тормозным камерам задних колес (Рисунок 6.5, б). Действие сжатого воздуха и пружины 6 на поршень 3 снизу уравнивает силу нажатия на педаль.

При повышении давления в выводе II сжатый воздух через канал А проходит в полость над ускорительным поршнем 1 и, перемещая его вниз,

заставляет перемещаться ступенчатый поршень 7. Поршень 7 вначале закрывает выпускное отверстие клапана 9, разобщая вывод *I* с атмосферой, а затем открывает этот клапан, обеспечивая поступление сжатого воздуха из вывода *IV* через вывод *I* в тормозные камеры передних колес.

При повышении давления в выводе *I* сжатый воздух, пройдя под поршни *I* и 7, вместе с пружиной 8 уравнивает силу, действующую на поршень сверху.

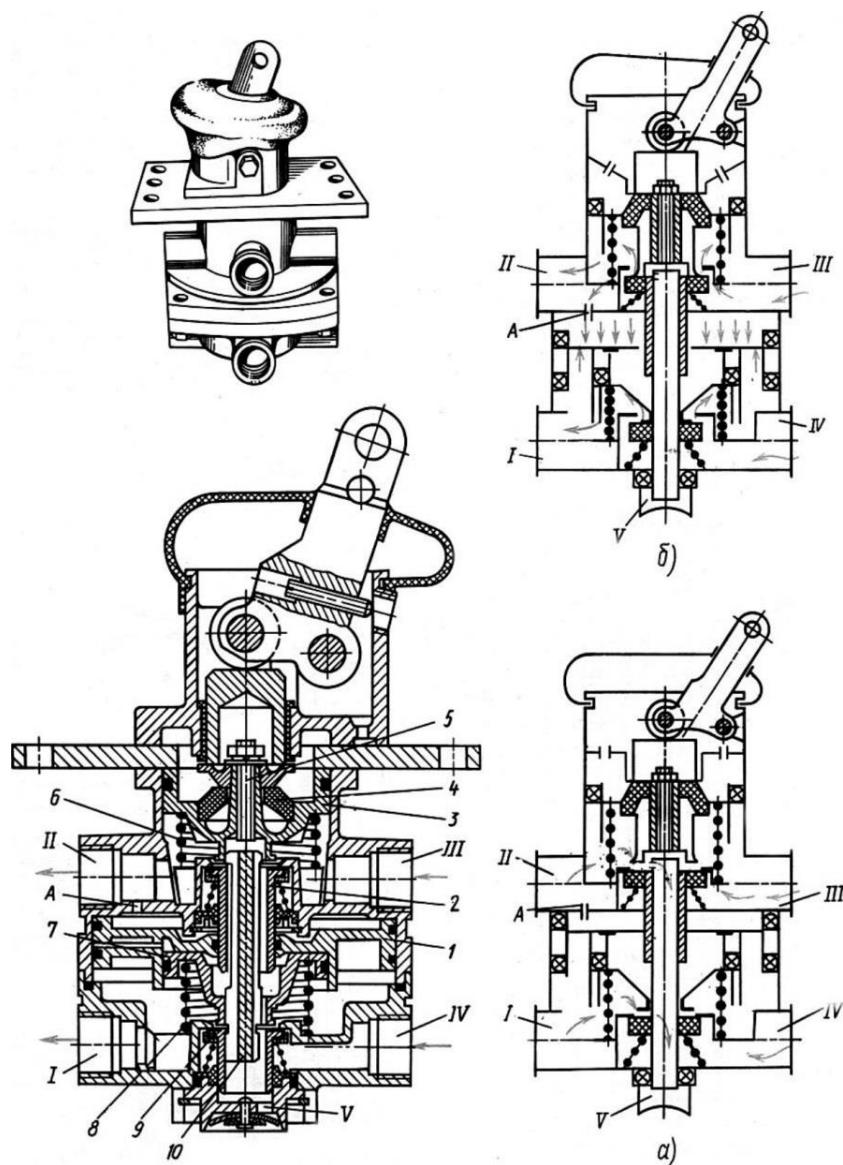


Рисунок 6.5 – Двухсекционный тормозной кран:

a - расторможенное состояние; *б* - торможение; 1 - ускорительный поршень; 2, 9 - клапаны; 3, 7 - ступенчатые поршни; 4 - упругий элемент; 5 - шпилька; 6, 8 - пружины ступенчатых поршней; 10 - толкатель; *A* - канал; *I* и *II* - выходы в контур рабочих тормозных механизмов передних колес и колес задней тележки; *III* и *IV* - выходы к ресиверам; *V* - вывод в атмосферу

Следовательно, в выводе *I* устанавливается давление, пропорциональное усилию на рычаге тормозного крана. Таким образом, в обеих секциях крана осуществляется следящее действие в зависимости от усилия водителя, прикладываемого к тормозной педали.

При повреждении контура, связанного с нижней секцией, работа верхней секции не нарушится. При падении давления в верхней секции вследствие повреждения его контура усилие от рычага тормозного крана через шпильку 5

будет передаваться непосредственно на толкатель 10 поршня 7, т. е. нижняя секция, управляемая механическим воздействием, сохранит работоспособность.

При прекращении торможения упругий элемент 4 возвращается в исходное положение. При действии пружины 6 ступенчатый поршень 3 поднимается, клапан 2 садится в седло, разобщая выводы III и II. Затем поршень, открывая выпускное окно в полом толкателе 10, сообщает вывод II через вывод V с атмосферой. Давление в полости над ускорительным поршнем I, сообщаемой через канал A с выводом II, падает. Под действием пружины 8 поршни 1 и 7 поднимаются вверх, клапан 9 садится в свое седло и разобщает выводы IV и I. При дальнейшем подъеме поршня 7 открывается выпускное окно и вывод I сообщается через вывод V с атмосферой.

Контрольные вопросы

1. Какие элементы тормозного пневмопривода входят в I контур?
2. Какие элементы тормозного пневмопривода входят во II контур?
3. Какие элементы тормозного пневмопривода входят в III контур?
4. Какие элементы тормозного пневмопривода входят в IV и V контуры?
5. Поясните принцип работы регулятора давления.
6. Состояние пневмосистемы при отсутствии торможения.
7. Работа пневмосистемы при торможении и растормаживании.
8. Назначение и принцип работы защитных клапанов пневмопривода.
9. Назначение и принцип работы двухсекционного тормозного крана.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

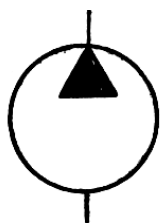
1. Антиблокировочные системы тормозов [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ustroistvo-avtomobilya.ru/tormoznaya-sistema/abs/antiblokirovочny-e-tormozny-e-sistemy-abs/>
2. Болотов, А. К. Конструкция тракторов и автомобилей : учебник / А. К. Болотов, А. А. Лопарев, В. И. Судницин. - М. : «КолосС», 2006. - 352 с.
3. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод : учебное пособие / С. П. Стесин [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - М. : Издательский центр «Академия», 2007. - 336 с.
4. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач : учебное пособие / С. П. Стесин [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - М. : Издательский центр «Академия», 2011. - 208 с.
5. Гидравлические и пневматические приводы : курс лекций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www.gidravl.com
6. Гидромуфта [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.redmotor.ru/dvigatelgaz51/13.html>
7. Гидронасосы. Типы. Характеристики, преимущества и недостатки различных конструкций [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.rg-gidro.ru/reviews/stati_i_obzory/gidronasosy_tipy_kharakteristiki_preimushchestva_i_nedostatki_razlichnykh_konstr_uktsiy/
8. Гидротрансформатор АКПП [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://motoran.ru/interesnoe/gidrotransformator-akpp>
9. Кальбус, Г. Л. Гидропривод и навесные устройства тракторов : учебник / Г. Л. Кальбус. - М. : «Колос», 1982. - 287 с.
10. Кальбус, Г. Л. Навесные системы и автономные гидросистемы новых тракторов / Г. Л. Кальбус. - Киев : «Урожай», 1976. - 152 с.
11. Ленивцев, Г. А. Современные тракторы класса 5 : устройство и эксплуатация : учебное пособие / Г. А. Ленивцев, В. Ф. Глазков, В. Г. Гниломедов, Г. И. Болдашев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Самара, 2006. - 244 с.
12. Лепешкин, А. В. Гидравлические и пневматические системы : учебник / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин. - М. : Издательский центр «Академия», 2004. - 336 с.
13. Лозовецкий, В. В. Гидро- и пневмосистемы транспортно-технологических машин : учебное пособие / В. В. Лозовецкий. - СПб. : Лань, 2012. - 560 с.
14. Нарбут, А. Н. Гидродинамические передачи : учебник / А. Н. Нарбут. - М. : КНОРУС, 2013. - 176 с.
15. Нарбут, А. Н. Гидромеханические передачи автомобилей : учебное пособие / А. Н. Нарбут. - М. : ООО «Гринлайн+», 2010. - 192 с.
16. Особенности конструкции тормозной системы Лада Калина [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.avtostore.spb.ru/articles/kak-eto-rabotaet/tormoznaya-sistema/226-osobennosti-ustroystva-tormoznoj-sistemy-lada-kalina>
17. Остренко, С. А. Гидравлика, гидропривод, гидравлические и пневматические системы : конспект лекций [Электронный ресурс] / С. А. Остренко. - Режим доступа: https://abc.vvsu.ru/Books/-_gidrosys/

18. Пластинчатые насосы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2662194/page:2/>
19. Пластинчатые насосы [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://studopedia.org/13-37296.html>
20. Принцип работы гидротрансформатора [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ladamaster.com/princip-raboty-gidro-transformatora>
21. Родичев, В. А. Тракторы и автомобили : учебник / В. А. Родичев, Г. И. Родичева. - М. : Колос, 1998. - 336 с.
22. Селифонов, В. В. Устройство и техническое обслуживание автобусов : учебник / В. В. Селифонов, М. К. Бирюков. - М. : ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. - 304 с.
23. Тур, Е. Я. Устройство автомобиля : учебник / Е. Я. Тур, К. Б. Серебряков, Л. А. Жолобов. - М. : Машиностроение, 1990. - 352 с.
24. Устройство гидроусилителя руля [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://autoleek.ru/hodovaja-chast/rulevoe-upravlenie/ustrojstvo-gidrousilitelya-rulya.html>

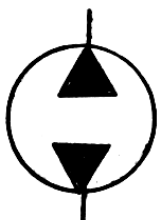
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

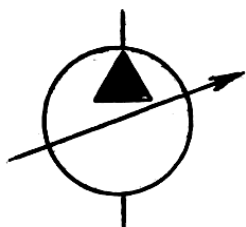
Условные графические изображения



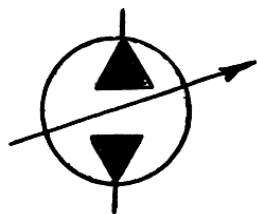
Насос постоянной производительности с постоянным направлением потока



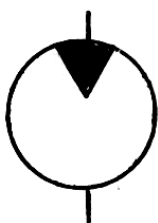
Насос постоянной производительности с реверсивным потоком



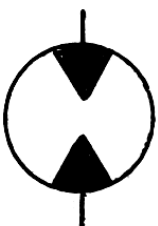
Насос с регулируемой производительностью и постоянным направлением потока



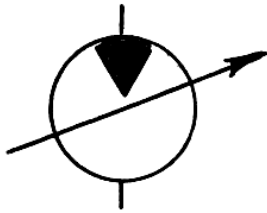
Насос с регулируемой производительностью и реверсивным потоком



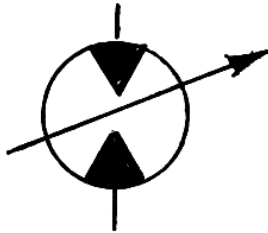
Гидромотор нерегулируемый с постоянным направлением потока



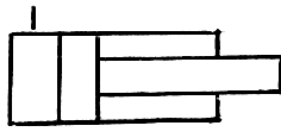
Гидромотор нерегулируемый с реверсивным потоком



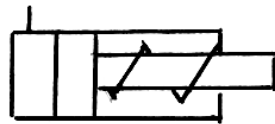
Гидромотор регулируемый с постоянным направлением потока



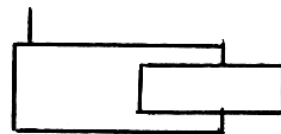
Гидромотор регулируемый с реверсивным потоком



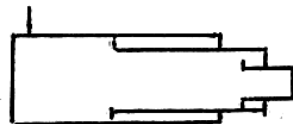
Гидроцилиндр одностороннего действия с любым способом возврата штока



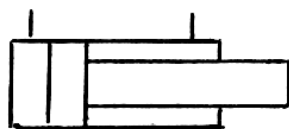
Гидроцилиндр одностороннего действия с возвратом штока пружиной



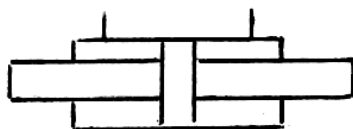
Гидроцилиндр плунжерный



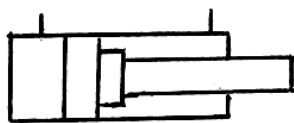
Гидроцилиндр телескопический



Гидроцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком



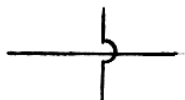
Гидроцилиндр двухстороннего действия с двухсторонним штоком



Гидроцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком и постоянным торможением в конце хода



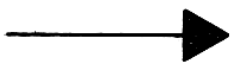
Соединение трубопроводов



Перекрещивание трубопроводов
(без соединения)



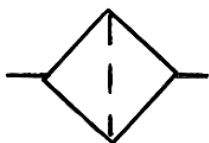
Трубопровод гибкий (РВД)



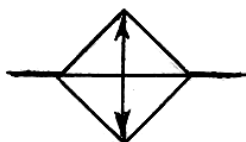
Сливной трубопровод



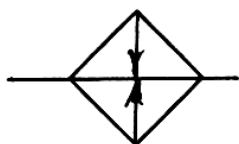
Бак для рабочей жидкости под
атмосферным давлением



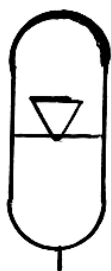
Фильтр для рабочей жидкости



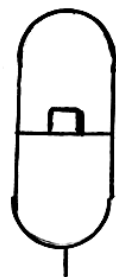
Охладитель рабочей жидкости



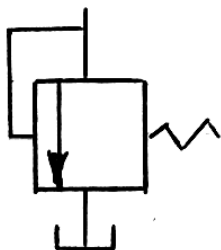
Нагреватель рабочей жидкости



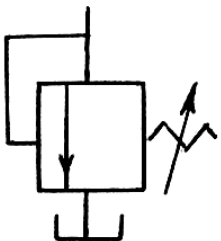
Аккумулятор пневмогидравлический



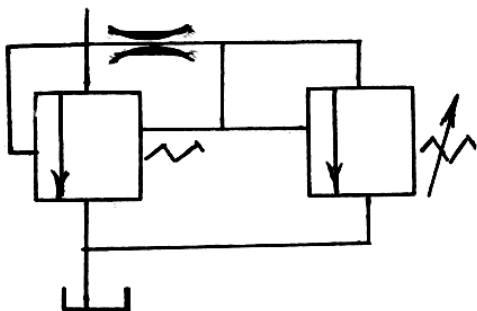
Аккумулятор грузовой



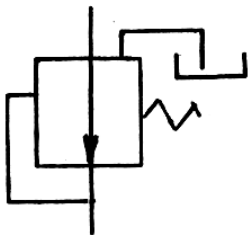
Клапан предохранительный прямого действия с нерегулируемой пружиной возврата



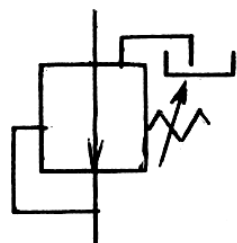
Клапан предохранительный прямого действия с регулируемой пружиной возврата



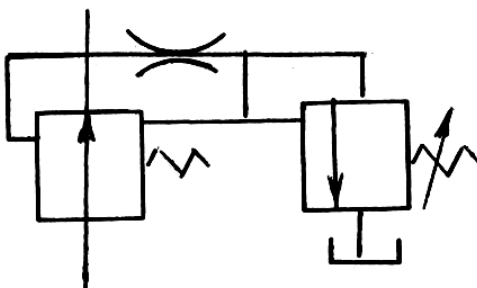
Клапан предохранительный непрямого действия с нерегулируемой пружиной возврата основного клапана и регулируемой пружиной возврата вспомогательного клапана



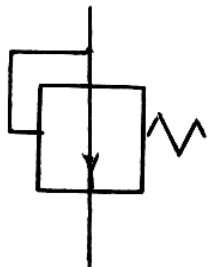
Клапан редукционный прямого действия с нерегулируемой пружиной возврата



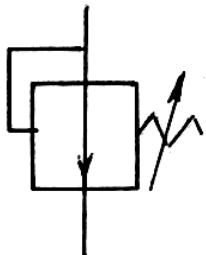
Клапан редукционный прямого действия с регулируемой пружиной возврата



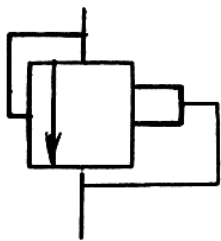
Клапан редукционный непрямого действия с нерегулируемой пружиной возврата основного клапана и регулируемой пружиной возврата вспомогательного клапана



Переливной клапан с нерегулируемой пружиной возврата



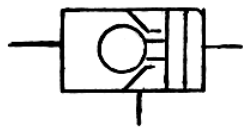
Переливной клапан с регулируемой пружиной возврата



Клапан разности давлений (клапан, поддерживающий постоянное отношение давлений)



Клапан обратный



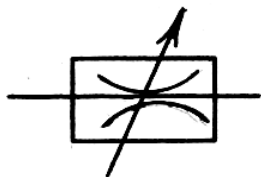
Клапан обратный управляемый односторонний (гидрозамок)



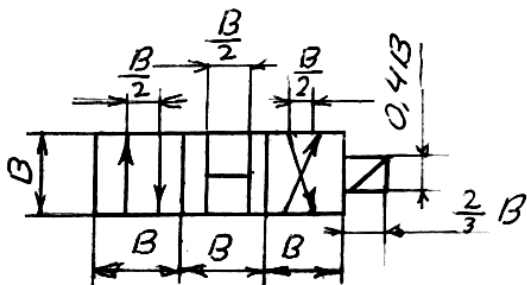
Клапан обратный управляемый двухсторонний (гидрозамок)



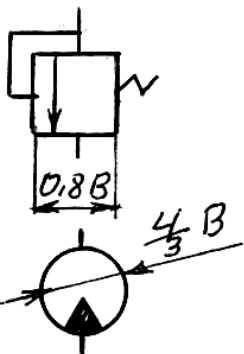
Дроссель нерегулируемый



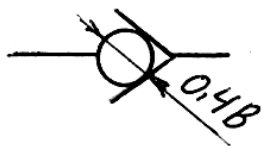
Дроссель регулируемый



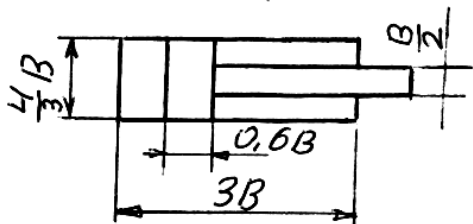
Распределитель золотниковый



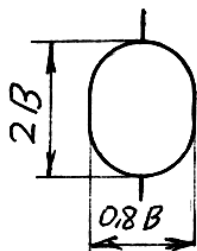
Клапан предохранительный



Клапан обратный



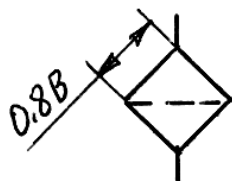
Гидроцилиндр



Аккумулятор



Манометр



Фильтр