

Министерство сельского хозяйства РФ
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет»
Кафедра «Тракторы, автомобили и техническая механика»

Ж У Р Н А Л

Лабораторно-практических занятий
по курсу «Гидравлические и пневматические системы»
для студентов факультета механизации

студент _____

факультет _____

группа _____

Краснодар - 2013

Журнал одобрен методической комиссией факультета механизации Кубанского государственного аграрного университета.

Журнал составлен старшими преподавателями Погореловой М.А., Драгуленко В.В.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ...	4
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И ВЕДЕНИЮ ЖУРНАЛА	6
ЗАНЯТИЕ №1 «ГИДРОПРИВОД»	7
ЗАНЯТИЕ №2 «РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРОСИСТЕМ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЛИНИИ»	10
ЗАНЯТИЕ №3 «НАСОСЫ И ГИДРОМОТОРЫ»	17
ЗАНЯТИЕ №4 «ГИДРОЦИЛИНДРЫ»	33
ЗАНЯТИЕ №5 «ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ»	40
ЗАНЯТИЕ №6 «РЕГУЛИРУЮЩАЯ И НАПРАВЛЯЮЩАЯ ГИДРО-АППАРАТУРА»	50
ЗАНЯТИЕ №7 «ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ГИДРОСИСТЕМ»	66
ЗАНЯТИЕ №8 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СЛЕДЯЩИЕ ПРИВОДЫ (ГИДРОУСИЛИТЕЛИ). МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ СИСТЕМ»	102
ЗАНЯТИЕ № 9 «ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД»	123
ЗАНЯТИЕ № 10 «РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ»	137
ЗАНЯТИЕ №11 «ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ»	141
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	148

ПРАВИЛА ПОВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1.1 Распорядок работы в лабораториях

1.1.1 Перед началом лабораторных работ студенты должны ознакомиться с настоящими правилами. Каждый студент, прошедший инструктаж по технике безопасности, должен расписаться в журнале для лабораторных работ; студенты, не прошедшие инструктаж и не расписавшиеся в журнале, к выполнению лабораторных работ не допускаются.

1.1.2 В каждой подгруппе назначается дежурный, в обязанности которого входит:

- а) подготовить мел, тряпку, протереть доску;
- б) за 5 минут до начала занятий получить у лаборанта инструмент, приборы, учебные и методические пособия, распределить их по рабочим местам;
- в) в течение занятий следить за поддержанием порядка, чистоты, сохранностью учебных и методических пособий, приборов и оборудования лаборатории;
- г) после окончания занятий сдать лаборанту инструмент, приборы, учебные и методические пособия, привести в порядок рабочие места, протереть наглядные пособия и оборудование.

1.1.3 Студентам запрещается:

- а) посещать занятия в верхней одежде;
- б) выносить из лаборатории детали, приборы или вносить посторонние предметы, курить, шуметь;
- в) ходить во время занятий без надобности по лаборатории или подходить к другим рабочим местам, трогать руками включенные приборы и аппаратуру, самовольно разбирать или приводить в действие разрезы, макеты или другое оборудование, если это не предусмотрено выполняемой лабораторной работой;
- г) облакачиваться на плакаты или складывать на них детали, писать на столах, пачкать их поверхность, оставлять бумагу и мусор.

1.2 Основные требования техники безопасности

1.2.1 При выполнении лабораторных работ приборы, установки и другое оборудование можно включать или приводить в действие только с разрешения преподавателя или лаборанта после изучения их устройства и требований техники безопасности.

1.2.2 Разборку, сборку и регулировку агрегатов, а также привод их в действие следует выполнять в строгом соответствии с методическими указаниями.

1.2.3 Перед включением приборов в сеть необходимо совместно с преподавателем или лаборантом проверить наличие и исправность заземления, правильность установки приборов и оборудования, а также исправность изоляции токопроводов. По окончании работы выключить установку. Обо всех замеченных неисправностях немедленно ставить в известность преподавателя или лаборанта.

1.2.4 В случае возникновения пожара преподаватель вместе со старостой группы и дежурным принимают экстренные меры по ликвидации пожара:

- а) староста выключает общий рубильник;
- б) преподаватель обеспечивает эвакуацию студентов из лаборатории и принимает меры к ликвидации пожара, используя средства тушения, а при необходимости сообщает о пожаре по телефону 5-05.

За нарушение настоящих правил и требований техники безопасности виновные несут ответственность в установленном порядке.

С правилами поведения и техники безопасности ознакомлен
студент _____ «____» _____ 20__ г.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ И ВЕДЕНИЮ ЖУРНАЛА

Лабораторно-практические работы выполняются в лабораториях кафедры "Тракторы, автомобили и техническая механика" в соответствии с графиком учебного процесса, как правило, после лекции по теме задания.

К очередному занятию студент должен подготовиться, проработав соответствующий материал лекции, учебника, методических пособий и, если необходимо, используя наглядные пособия и разрезы; на вопросы, помещенные в журнале и требующие письменного ответа, следует составить предварительные ответы, написав их в журнале карандашом.

О степени своей подготовленности студент может судить по устным ответам на контрольные вопросы, которые приводятся в журнале для закрепления пройденного материала. Во время занятий преподаватель выясняет усвоение материала каждым студентом.

Отчет по выполненной лабораторной работе представляется преподавателю на очередном занятии. На основании всех отчетов и контроля знаний на занятиях преподаватель в конце семестра делает заключение (зачет) о допуске студента к экзамену.

Отчет по лабораторным работам необходимо писать шариковой ручкой; схемы и графики следует строить простым карандашом с применением чертежных инструментов.

ЗАНЯТИЕ №1 «ГИДРОПРИВОД»

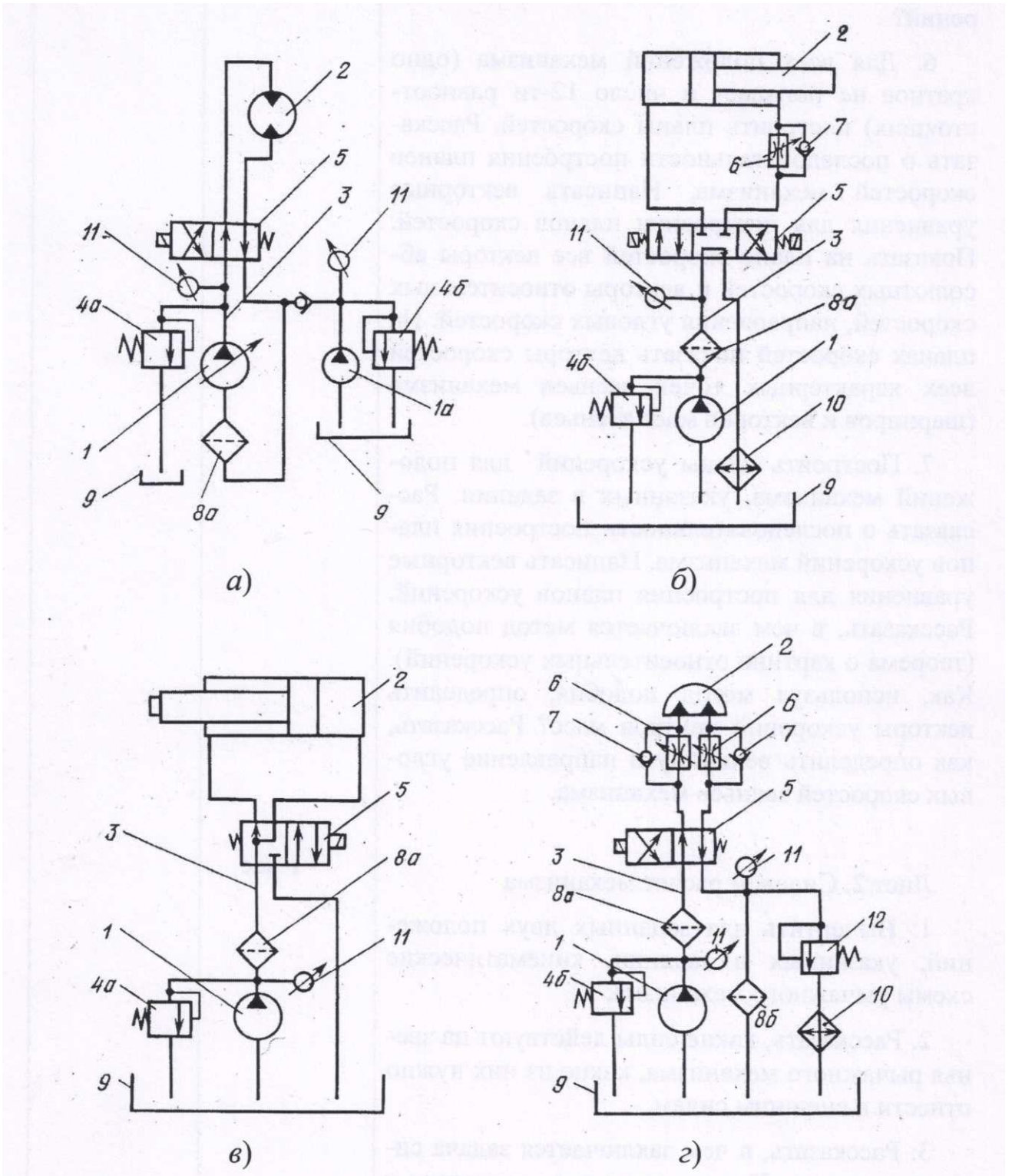
1.1 Принцип работы гидроприводов

Насосом 1 рабочая жидкость подается в напорную гидролинию 3 и далее через распределитель 5 к гидродвигателю 2. При одном положении гидрораспределителя совершается рабочий ход гидродвигателя, а при другом положении - холостой. Из гидродвигателя жидкость через распределитель поступает в сливную гидролинию и далее или в гидробак 9, или во всасывающую гидролинию насоса (в гидроприводах с замкнутой схемой циркуляции рабочей жидкости, см. рис. 1.2, *a*). В резервуаре жидкость охлаждается и снова поступает в гидросистему. Надежная работа гидропривода возможна только при соответствующей очистке рабочей жидкости фильтрами 8.

Регулирование скорости движения выходного звена гидродвигателя может быть дроссельным или объемным. При дроссельном регулировании в гидросистеме устанавливаются нерегулируемые насосы, а изменение скорости движения выходного звена достигается изменением расхода рабочей жидкости через дроссель 6. При объемном регулировании скорость движения выходного звена гидродвигателя изменяется подачей регулируемого насоса либо за счет применения регулируемого гидромотора.

Защита гидросистемы от чрезмерного повышения давления обеспечивается предохранительным 4*a* или переливным 4*b* клапанами, которые настраиваются на максимально допустимое давление. Если нагрузка на гидродвигатель возрастает сверх установленной, то весь поток рабочей жидкости будет идти через предохранительный или переливной клапаны, минуя гидродвигатель. Контроль за давлением на отдельных участках гидросистемы осуществляется по манометрам 11.

Работа гидроагрегатов сопровождается утечками рабочей жидкости. В гидросистемах с замкнутой циркуляцией утечки компенсируются специальным подпитывающим насосом 1*a* (рис. 1.2, *a*).



а – с объемным регулированием; б – с дроссельным регулированием; в – нерегулируемый; г – с дроссельным регулированием рабочего и холостого хода

Рисунок 1.2 - Варианты принципиальных схем гидроприводов

1.2 Контрольные вопросы:

1.1 Работа насоса.

1.2 Какой тип насоса при дроссельном регулировании (нерегулируемые насосы).

1.3 Чем достигается изменение скорости движения выходного звена?

1.4 Чем осуществляется защита гидросистемы от чрезмерного повышения давления?

1.5 Чем осуществляется контроль за давлением на отдельных участках гидросистемы?

1.6 Чем компенсируются утечки в системах с замкнутой циркуляцией?

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАНЯТИЕ №2 «РАБОЧИЕ ЖИДКОСТИ ДЛЯ ГИДРОСИСТЕМ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ЛИНИИ»

2.1. Выбор и эксплуатация рабочих жидкостей

Максимальные и минимальные значения вязкости рабочих жидкостей в зависимости от типа насоса приведены в табл.2.1.

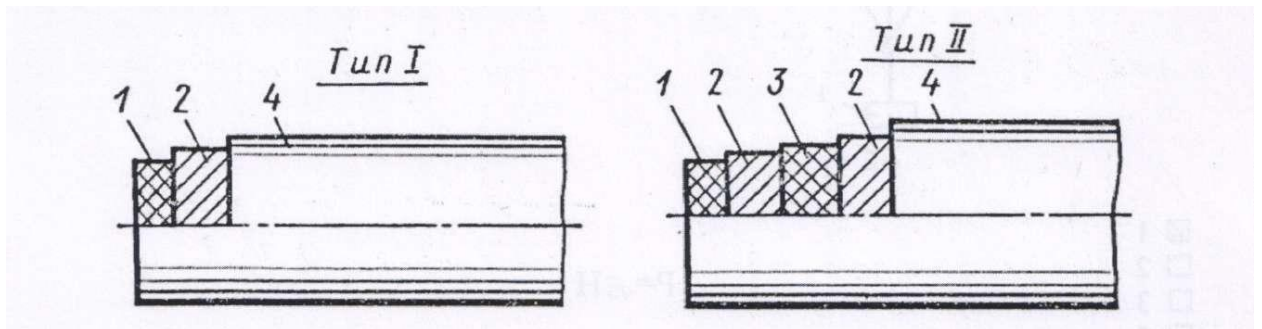
Таблица 2.1- Значения вязкости при крайних температурных пределах

Тип насоса	Значение вязкости (сСт) при температурном пределе		
	нижнем		верхнем
	по условию прокачиваемом	по условию полного заполнения рабочих камер	по условию обеспечения смазывающей пленки и значению КПД = 0,80...0,85
Шестеренный	4500... 5000	1380... 1250	16... 18
Пластинчатый	4000...4500	680...620	10... 12
Аксиально-поршневой	1800... 1600	570...530	6...8

2.2. Гидравлические линии

Рукав состоит из эластичной внутренней резиновой трубки, упрочненной наружной оплеткой или внутренним текстильным каркасом (рис.2.1). Их применяют тогда, когда соединяемые трубопроводом гидроагрегаты должны перемещаться относительно друг друга. При этом благодаря своей упругости резиновые рукава уменьшают пульсацию давления в гидросистеме. Они имеют следующие недостатки: подвижность при изменении давления; снижение общей жесткости гидросистемы; малая долговечность (1,5 ...3 года). Поэтому

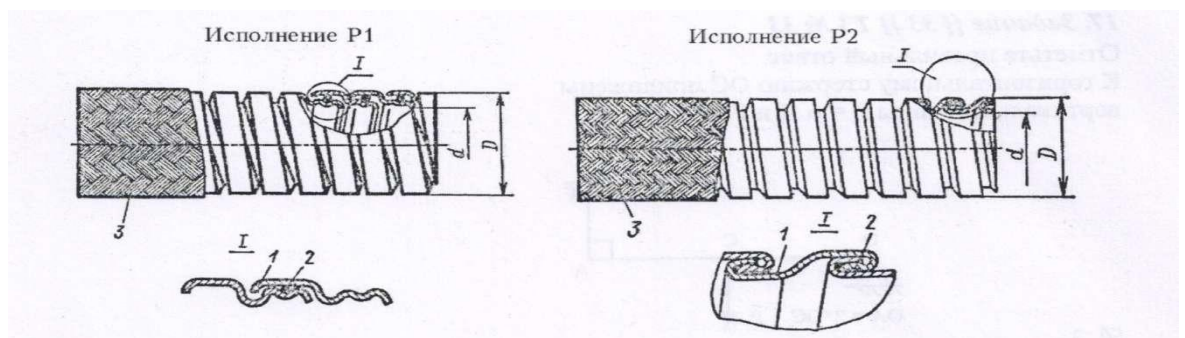
при проектировании гидросистем машин резиновых рукавов следует по возможности избегать.



1 - внутренний резиновый слой; 2 - металлическая оплетка; 3 - промежуточный резиновый слой; 4 – наружный резиновый слой

Рисунок 2.1 - Схемы конструкции рукавов с оплеткой

Металлические рукава имеют гофрированную внутреннюю трубу, выполненную из бронзовой или стальной ленты, и наружную проволочную оплетку. Между витками ленты находится уплотнитель. Рукава с хлопчатобумажным уплотнением предназначены для работы с температурой рабочей жидкости до 110°C , а с асбестовым уплотнением - до 300°C . Металлические рукава применяют в специфических условиях эксплуатации гидросистем, в контакте с агрессивными рабочими жидкостями.

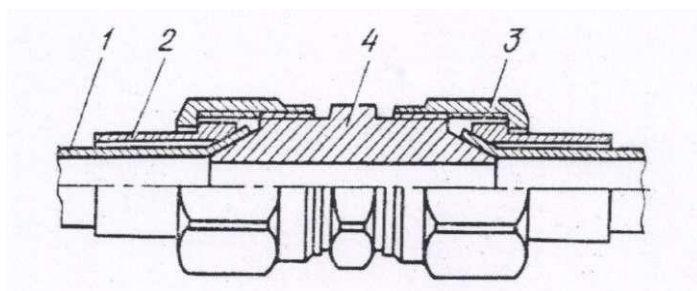


1 – профилированная лента; 2 – уплотнитель; 3 – проволочная оплетка.

Рисунок – 2.2 Металлические рукава

2.3. Соединения

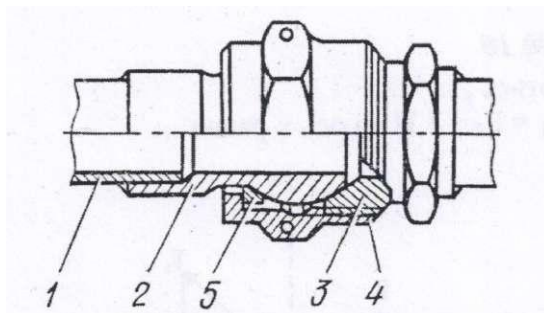
Соединение *по наружному конусу* (рис.2.3) состоит из трубопровода 1 с развальцованным на конус концом, ниппеля 2, штуцера 3 и накидной гайки 4. Герметичность соединения обеспечивается плотным прилеганием развальцованного конца трубы к наружной поверхности штуцера и соответствующей затяжкой накидной гайки. Недостатками такого соединения являются: уменьшение прочности трубы в месте раструба; возможность образования незаметных для глаза кольцевых трещин; сравнительно большой момент затяжки накидной гайки; небольшое количество переборок; применение специализированного инструмента для развальцовки.



1 – трубопровод; 2 – ниппель; 3 – штуцер; 4 – гайка.

Рисунок 2.3 – Соединение по наружному конусу

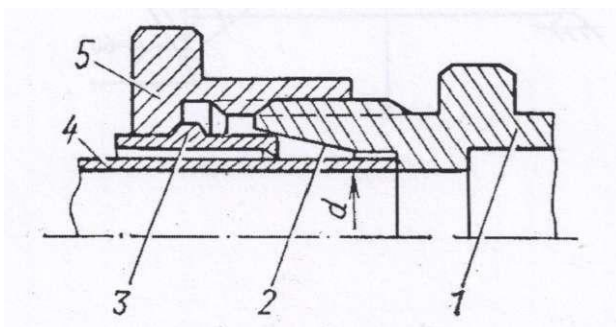
Неподвижное разборное соединение *по внутреннему конусу* (рис.2.4) состоит из ниппеля 4, приваренного или припаянного к трубе 5, штуцера 2 и накидной гайки 1. Герметичность соединения обеспечивается плотным прилеганием наружной поверхности ниппеля к внутренней поверхности штуцера и затяжкой накидной гайки. Соединение по внутреннему конусу допускает большое количество переборок, а при его монтаже не происходит нежелательных деформаций в трубах и в соединительной арматуре. Благодаря сферической поверхности ниппеля допускается небольшой перекосяк труб.



1 – гайка; 2 – штуцер; 4 – ниппель; 5 – труба.

Рисунок – 2.4 Соединение по внутреннему конусу

Соединение с врезающимся кольцом (рис.2.5) состоит из штуцера 1 с внутренней конической поверхностью 2, накидной гайки 5 и врезающегося кольца 3. Кольцо изготовлено из стали с цементированной поверхностью, а его конец, обращенный к штуцеру, имеет режущую кромку. При затяжке соединения гайкой режущая кромка врезается в трубу 4, происходит деформация кольца, которое получает форму, соответствующую конической поверхности штуцера. В результате обеспечиваются требуемые прочность и герметичность соединения.



1 – штуцер; 2 – коническая поверхность; 3 – кольцо; 4 – труба; 5 – гайка.

Рисунок 2.5 – Соединение с врезающим кольцом

К неподвижным разборным соединениям относится и *фланцевое соединение* (рис.2.6), которое применяют при монтаже гидросистем с трубами,

имеющими диаметр условного прохода более 32 мм при рабочих давлениях до 32 МПа. Герметичность обеспечивается установкой между фланцами уплотнительных колец.

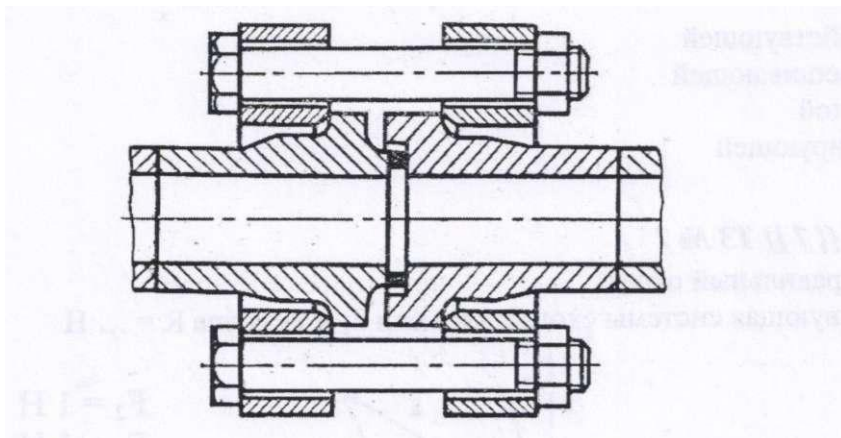
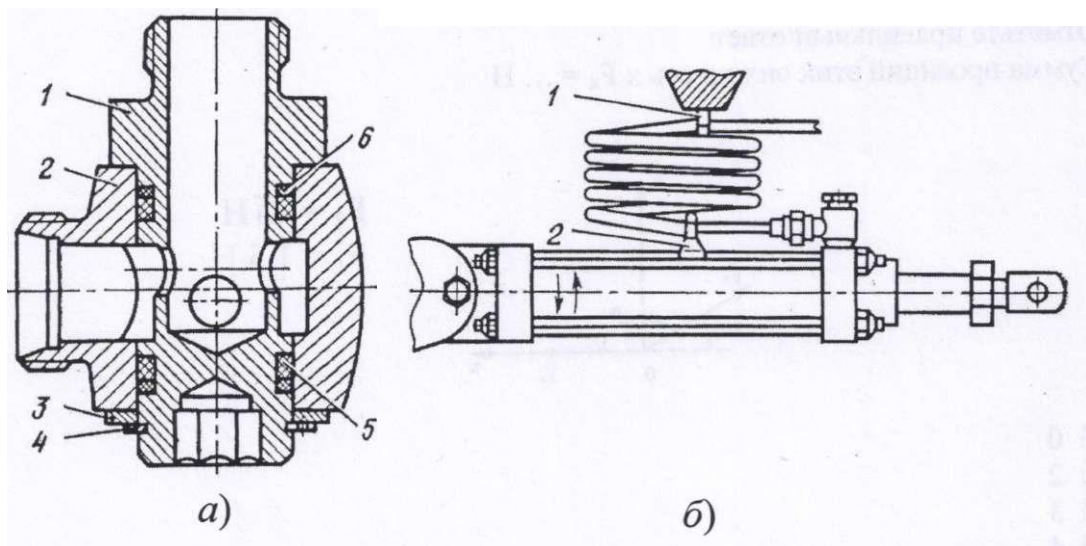


Рисунок 2.6 – Фланцевое соединение

Подвижное разборное соединение применяется в гидросистемах землеройных, строительных, лесных и других машин. Здесь нередко применяют гидроцилиндры, которые должны поворачиваться на небольшой угол относительно оси, проходящей через точку крепления гидроцилиндра. При монтаже таких гидросистем применяют подвижные соединения, имеющие одну, две и более степеней свободы. На рис.2.7, а приведено поворотное соединение с одной степенью свободы, которое состоит из штуцера 1 и закрепленного на нем поворотного угольника 2. От осевого перемещения угольник стопорится шайбой 3 и кольцом 4. Герметичность соединения обеспечивается резиновыми кольцами 5 с защитными шайбами 6.

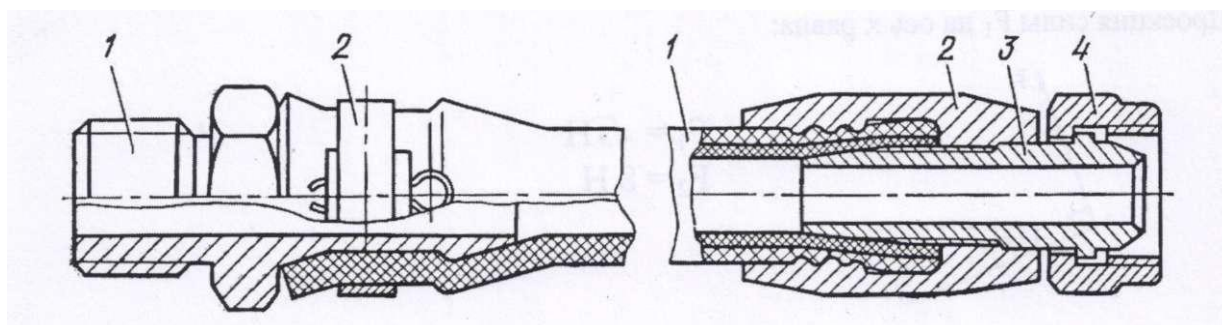
Другим примером подвижного соединения является свернутый в спираль трубопровод (рис.2.7, б). В этом случае спираль необходимо закрепить в двух точках (точки 1 и 2). Во время поворота гидроцилиндра спираль может растягиваться. Такой способ соединения может обеспечивать несколько степеней свободы.



а – шарнирное соединение; б – в виде трубы свернутой в спираль.

Рисунок 2.7 – Подвижное разборное соединение

Способ заделки в концах гибких трубопроводов определяется давлением и конструкцией. При давлении до 0,5 МПа (рис.2.8, а) конец рукава навинчивают на наконечник или на ниппель 1 с гребенчатой поверхностью и закрепляют хомутом 2. При давлениях до 10 МПа соединение конца рукава происходит в результате зажатия его между ниппелем и зажимной муфтой (обоймой). При таком способе (рис.2.8, б) рукав 1 ввинчивают в зажимную муфту 2, имеющую резьбу с большим шагом. Далее в муфту ввинчивают ниппель 3, который своей конусной поверхностью вдавливает конец рукава в резьбу муфты и зажимает его. Для давлений более 10 МПа муфту 2 обжимают в специальном цанговом приспособлении. Накладной гайкой 4 производят соединение рукава с гидрооборудованием.



а – при давлении до 0.5 МПа; б – при давлении свыше 10 МПа.

Рисунок 2.8 – Заделка концов рукавов

2.4 Контрольные вопросы:

2.4.1 В каком случае в гидролинии применяют резиновый рукав?

2.4.2 Недостатки резиновых рукавов.

2.4.3 В каком случае применяют металлические рукава?

2.4.4 Что относится к неподвижным разборным соединениям?

2.4.5 В каком случае применяют подвижное разборное соединение?

2.4.6 Виды соединений.

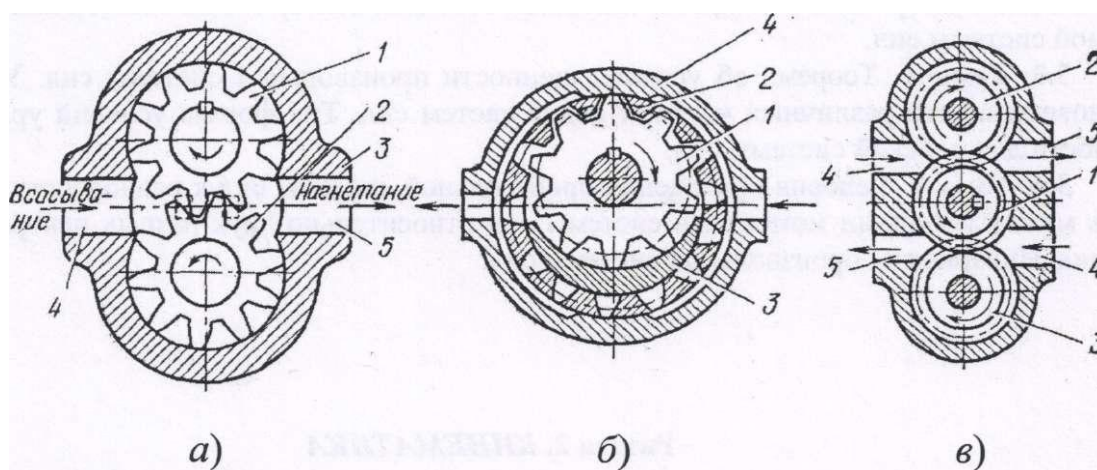
Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАНЯТИЕ №3 «НАСОСЫ И ГИДРОМОТОРЫ»

3.1. Гидравлические машины шестеренного типа

Шестеренные насосы. Основная группа шестеренных насосов состоит из двух прямозубых шестерен внешнего зацепления (рис.3.1, а). Применяются также и другие конструктивные схемы, например, насосы с внутренним зацеплением (рис.3.1, б), трех- и более шестеренные насосы (рис.3.1, в).

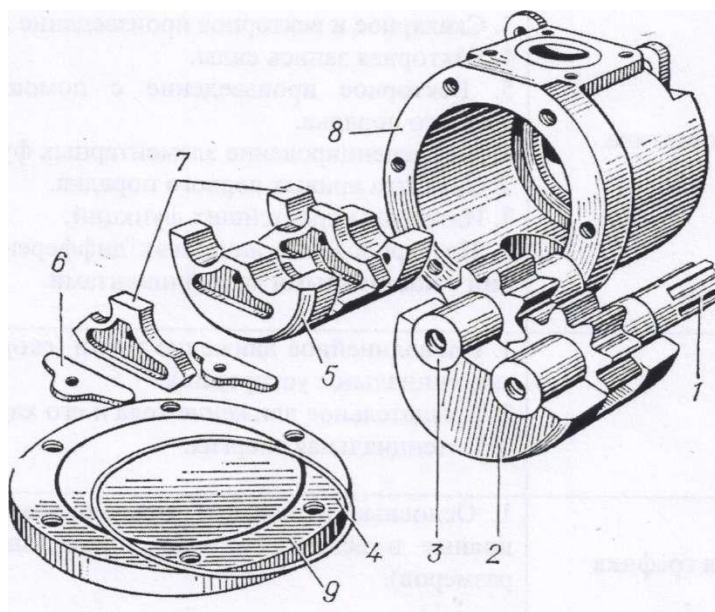


а – с внешним зацеплением; б – с внутренним зацеплением; в - трехшестеренный.

Рисунок 3.1 – Схемы шестеренчатых насосов

Шестеренный насос с внешним зацеплением (рис.3.1, а) состоит из ведущей 1 и ведомой 2 шестерен, размещенных с небольшим зазором в корпусе 3. При вращении шестерен жидкость, заполнившая рабочие камеры (межзубовые пространства), переносится из полости всасывания 4 в полость нагнетания 5. Из полости нагнетания жидкость вытесняется в напорный трубопровод.

Шестеренный насос в разобранном состоянии представлен на рис. 3.2. Шестеренный насос состоит из корпуса 8, выполненного из алюминиевого сплава, внутри которого установлены подшипниковый блок 2 с ведущей 1 и ведомой 3 шестернями и уплотняющий блок 5, представляющий собой другую половину подшипника. Для радиального уплотнения шестерен в центральной части уплотняющего блока имеются две сегментные поверхности, охватывающие с установленным зазором зубья шестерен. Для торцевого уплотнения шестерен служат две поджимные пластины 7, устанавливаемые в специальные пазы уплотняющего блока с обеих сторон шестерен. В поджимных пластинах и в левой части уплотняющего блока есть фигурные углубления под резиновые прокладки 6. Давлением жидкости из полости нагнетания пластины 7 прижимаются к торцам шестерен, благодаря чему автоматически компенсируется зазор, а утечки остаются практически одинаковыми при любом рабочем давлении насоса. Ведущая и ведомая шестерни выполнены заодно с цапфами, опирающимися на подшипники скольжения подшипникового и уплотняющего блоков. Одна из цапф ведущей шестерни имеет шлицы для соединения с валом приводящего двигателя. Насос закрывается крышкой 4 с уплотнительным резиновым кольцом 9. Приводной вал насоса уплотнен резиновой манжетой, закрепленной специальными кольцами в корпусе насоса.



1 – ведущая шестерня; 2 – подшипниковый блок; 3 – ведомая шестерня; 4 – крышка; 5 – шестеренчатый блок; 6 – прокладки; 7 – пластины; 8 – корпус; 9 – кольцо.

Рисунок 3.2 – Шестеренчатый насос НШ-К

Шестеренные насосы с внутренним зацеплением сложны в изготовлении, но дают более равномерную подачу и имеют меньшие размеры. Внутренняя шестерня 1 (см. рис.3.1, б) имеет на два-три зуба меньше, чем внешняя шестерня 2. Между внутренней и внешней шестернями имеется серпообразная перемычка 3, отделяющая полость всасывания от напорной полости. При вращении внутренней шестерни жидкость, заполняющая рабочие камеры, переносится в напорную полость и вытесняется через окна в крышках корпуса 4 в напорный трубопровод.

На рис.3.1, в приведена схема трехшестеренного насоса. В этом насосе шестерня 1 ведущая, а шестерни 2 и 3 - ведомые, полости 4 - всасывающие, а полости 5 - напорные. Такие насосы выгодно применять в гидроприводах, в которых необходимо иметь две независимые напорные гидролинии.

Равномерность подачи жидкости шестерным насосом зависит от числа зубьев шестерни и угла зацепления. Чем больше зубьев, тем меньше неравномерность подачи, однако при этом уменьшается производительность насо-

са. Для устранения защемления жидкости в зоне контакта зубьев шестерен в боковых стенках корпуса насоса выполнены разгрузочные канавки, через которые жидкость отводится в одну из полостей насоса.

Шестеренные гидромоторы. Работа шестеренных гидромоторов осуществляется следующим образом. Жидкость из гидромагистрали (см. рис.3.1, а) поступает в полость 4 гидродвигателя и, воздействуя на зубья шестерен, создает крутящий момент.

Конструктивно шестеренные гидромоторы отличаются от насосов меньшими зазорами в подшипниках, меньшими усилиями поджатая втулок к торцам шестерен, разгрузкой подшипников от неуравновешенных радиальных усилий. Пуск гидромоторов рекомендуется производить без нагрузки.

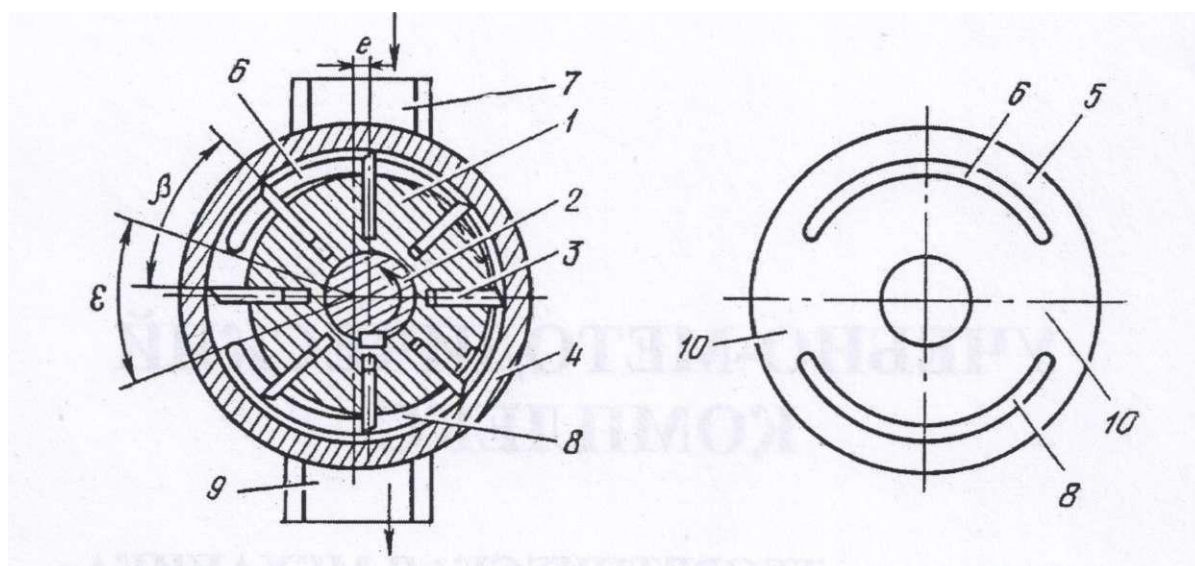
Шестеренные машины являются обратимыми, т.е. могут быть использованы и как гидромоторы и как насосы.

3.2.Пластинчатые насосы и гидромоторы

Схема насоса однократного действия приведена на рис.3.3. 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 α , образованный этими перемычками, больше угла β между двумя соседними пластинами.

При вращении ротора пластины под действие м 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.

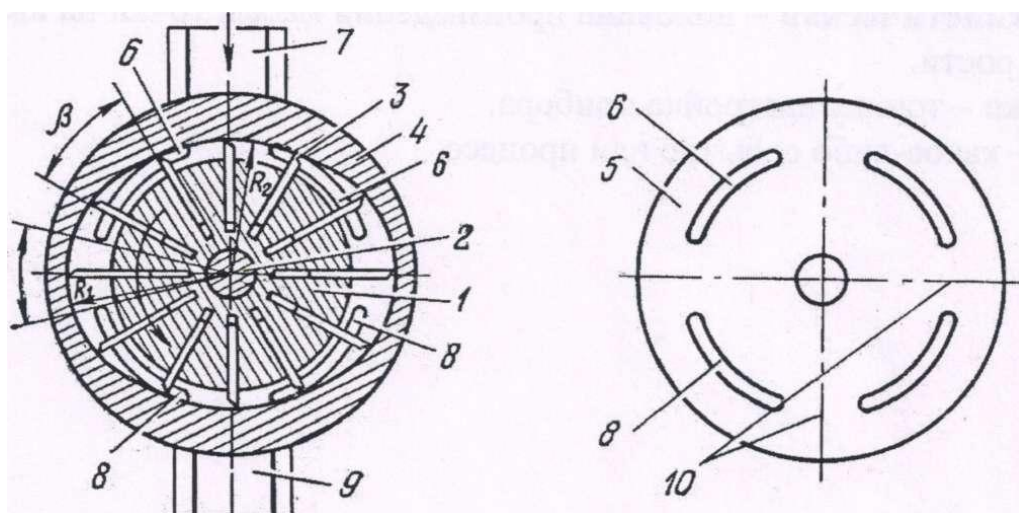


1 – ротор; 2 – приводной вал; 3 – пластины; 4 – статор; 5 - распределительный диск; 6,8 – окна; 7 – гидролиния всасывания; 9 – гидролиния нагнетания.

Рисунок 3.3 – Схема пластинчатого насоса однократного действия

В насосах двойного действия (рис.3.4) ротор 1 и 2 статор соосны. Эти насосы имеют по две симметрично расположенные полости всасывания и полости нагнетания.

Такое расположение зон уравнивает силы, действующие со стороны рабочей жидкости, и разгружает приводной вал 2, который будет нагружен только крутящим моментом. Для большей уравнишенности число пластин 3 в насосах двойного действия принимается четным. Торцевые распределительные диски 5 имеют четыре окна. Два окна 6 каналами в корпусе насоса соединяются с гидролинией всасывания 7, другие два 8 - с напорной гидролинией 9. Так же как и в насосах однократного действия, между окнами имеются уплотнительные перемычки 10.



1 – ротор; 2 – приводной вал; 3 - пластины; 4 – статор; 5 - разделительный диск; 6, 8 – окна; 7 – гидролиния всасывания; 9 – гидролиния нагнетания.

Рисунок 3.4 – Схема пластинчатого насоса двойного действия

Профиль внутренней поверхности статора выполнен из дуг радиусами R_1 и R_2 с центром в точке O . Пазы для пластин в роторе могут иметь радиальное расположение под углом $1... 15^\circ$ к радиусу, что уменьшает трение и

исключает заклинивание пластин. Насосы с радиальным расположением пластин могут быть реверсивными.

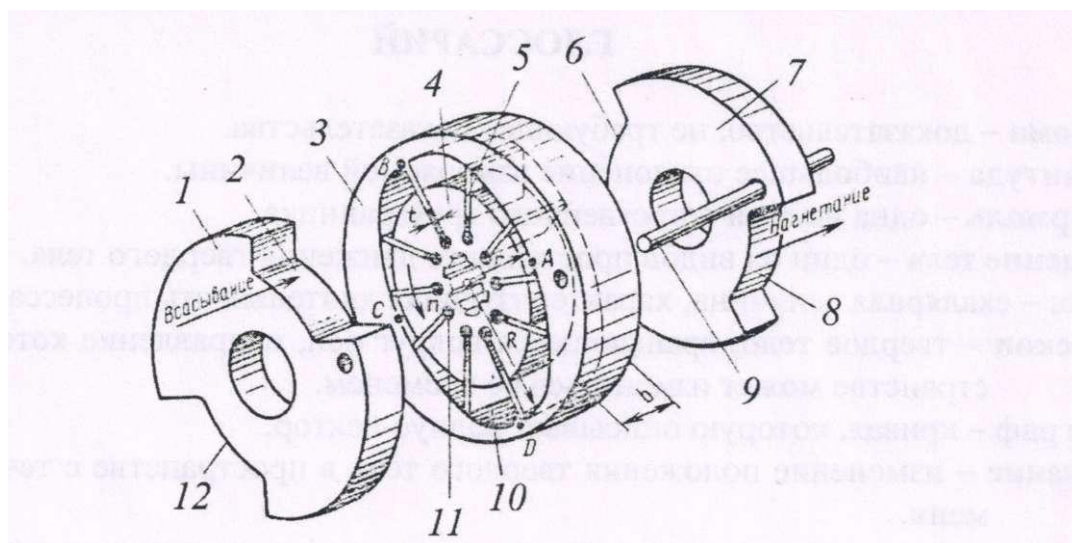
Рассмотрим еще раз устройство и принцип работы пластинчатого насоса двойного действия на примере насоса Г12-2М. Основными деталями насоса является корпус с крышкой, приводной вал с подшипниками и рабочий комплект (рис.3.5, а), состоящий из распределительных дисков 7 и 7, статора 3, ротора 4 и пластин 5. Диски и статор, зафиксированные в угловом положении относительно корпуса штифтом 9, прижимаются друг к другу пружинами (не показаны), а также давлением масла в напорной линии. При вращении ротора 4, связанного через шлицевое соединение с приводным валом, в направлении, указанном стрелкой, пластины 5 центробежной силой и давлением масла, подведенного в отверстия 77, прижимаются к внутренней поверхности 10 статора 3, имеющей форму овала, и, следовательно, совершают возвратно-поступательное движение в пазах ротора.

Во время движения пластин от точки *A* до точки *B* и от точки *C* до точки *D* объемы камер, образованных двумя соседними пластинами, внутренней поверхностью статора, наружной поверхностью ротора и торцевыми поверхностями дисков 7 и 7, увеличиваются, и масло заполняет рабочие камеры через окна 2 и 72 диска 7, связанные со всасывающей линией. При движении в пределах участков *BC* и *DA* объемы камер уменьшаются, и масло вытесняется в напорную линию гидросистемы через окна 6 и 8 диска 7. Поскольку зоны нагнетания (*BC* и *DA*) и всасывания (*AB* и *CD*) расположены диаметрально относительно ротора, на него не действуют радиальные усилия, что положительно сказывается на долговечности подшипников приводного вала.

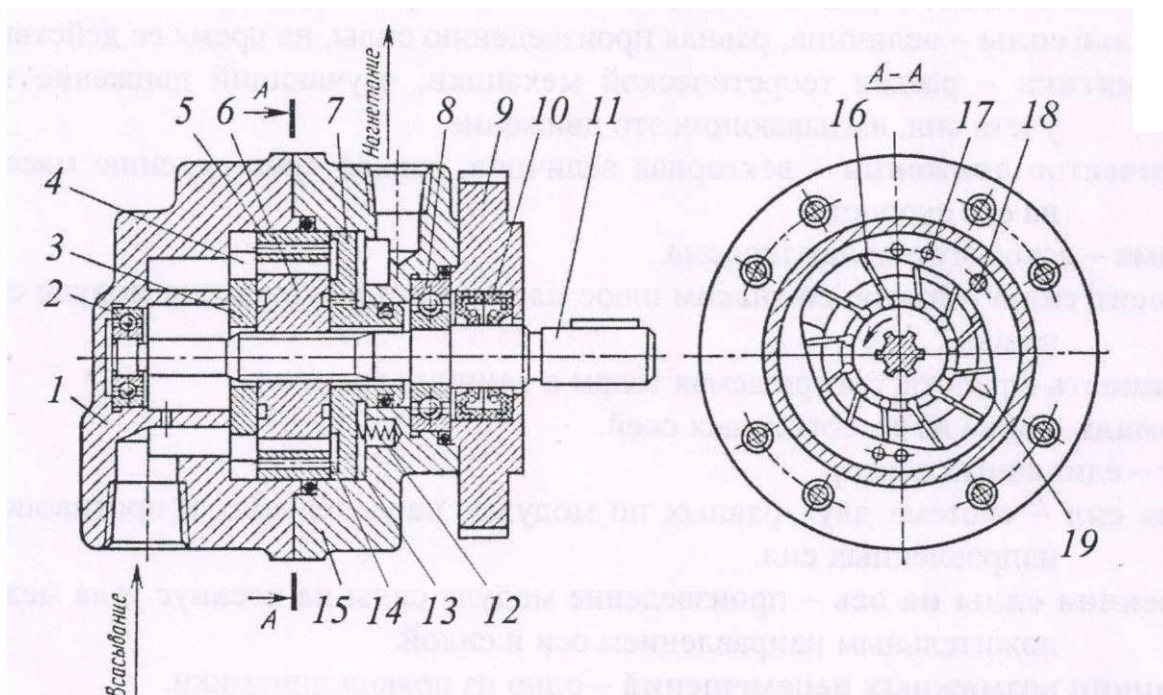
Конструкция насоса показана на рис.3.5, б. В расточках корпуса 75 и крышки 7 установлен рабочий комплект (диски 3 и 7, статор 5, ротор 6, пластины 16). Ротор через шлицевое соединение связан с приводным валом 77, опирающимся на шарикоподшипники 2 и 8. Наружные утечки или подсос воздуха по валу исключается манжетами 10, установленными в расточке фланца 9. Комплект сжимается тремя пружинами 12 и давлением масла в ка-

мере 13. Окна 4 диска 3 через отверстия 77 статора соединены с глухими окнами всасывания 14 диска 7, благодаря чему, масло из всасывающей линии поступает в ротор с двух сторон, что облегчает условия всасывания. В напорную линию масло вытесняется через окна 19 диска 7. Поворот комплекта предотвращается штифтом 18 (или винтами), проходящими через отверстия в деталях 1, 3, 5, 7 и 15. Гидромоторы двойного действия так же, как и насосы двойного действия, нерегулируемые.

Надежность и срок службы пластинчатых гидромашин зависят от материала пластин и статорного кольца. Во избежание отпуска материала пластин из-за нагрева от рения о статорное кольцо пластины изготавливают из стали с высокой температурой отпуска. Статорное кольцо цементируется и закаливается. Ротор изготавливают из закаленной хромистой стали, а торцевые распределительные диски из бронзы.



а) 1,7 – распределительные диски; 3 – статор; 4 – ротор; 5 – пластины; 6,8 – окна напорной полости; 2,12 – окна всасывающей полости; 9 – штифт; 10 – внутренняя поверхность статора; 11 – отверстие.

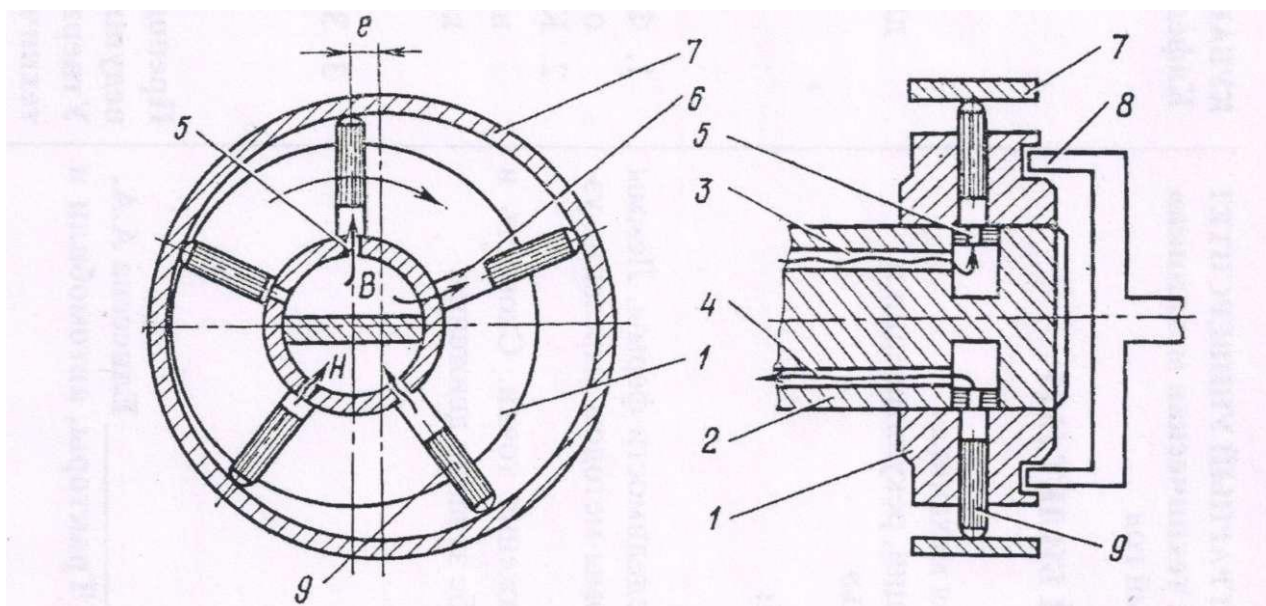


б) 1 – крышка; 2,8 – подшипники; 3,7 – диски, 4 – окно, 5 – статор; 6 – ротор; 9 – фланец; 10 – манжеты; 11 – вал приводной; 12 – пружина; 13 - камера под давлением; 14 – окно всасывания; 15 – корпус; 16 – пластины; 17 – отверстие; 18 – штифт; 19 – окно.

Рисунок 3.5 – Рабочий комплект (а) и конструкция (б) пластинчатого насоса двойного действия Г12-2М

3.3. Радиально-поршневые насосы и гидромоторы

Схема радиально-поршневого насоса однократного действия приведена на рис.3.6. Рабочими камерами в насосе являются радиально расположенные цилиндры, а вытеснителями - поршни. Ротор (блок цилиндров) 1 на скользящей посадке установлен на ось 2, которая имеет два канала 3 и 4 (один соединен с гидролинией всасывания, другой - с напорной гидролинией). Каналы имеют окна 5, которыми они могут соединяться с цилиндрами 6. Статор 7 по отношению к ротору располагается с эксцентриситетом.



1 – ротор; 2 – ось; 3.4 – каналы; 5 – окна; 6 – цилиндры; 7 – статор.

Рисунок 3.6 – Схема радиально-поршневого насоса

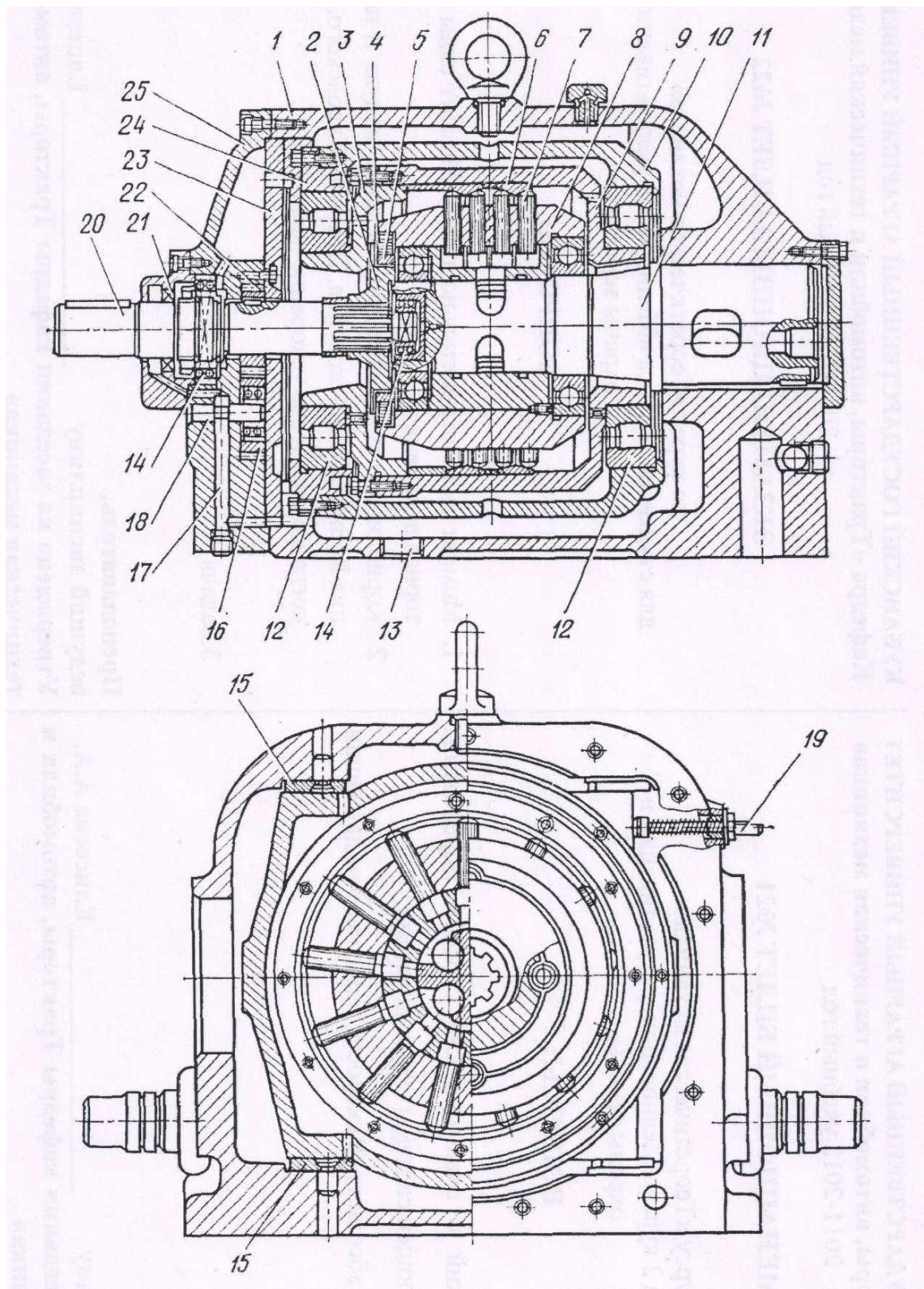
Ротор вращается от приводного вала через муфту 8. При вращении ротора в направлении, указанном на рис. 3.6. стрелкой, поршни 9 вначале выдвигаются из цилиндров (происходит всасывание), а затем вдвижутся (нагнетание). Соответственно рабочая жидкость вначале заполняет цилиндры, а затем поршнями вытесняется оттуда в канал 4 и далее внапорную линию гидросистемы. Поршни выдвигаются и прижимаются к статору центробежной силой или принудительно (пружиной, давлением рабочей жидкости или иным путем).

На рис.3.7. представлен радиально-поршневой насос однократного действия типа НП с четырьмя рядами цилиндров, который состоит из корпуса 1 и крышки 25, внутри которых размещены все рабочие элементы насоса: скользящий блок 10 с крышкой 24, обойма 9 с крышкой 3 и реактивным кольцом 6, ротор 8 с радиально расположенными цилиндрами, поршни 7, распределительная ось 11, на которой на скользящей насадке установлены ротор, приводной вал 20 и муфта. Скользящий блок может перемещаться по направляющим 15, благодаря чему достигаются изменение эксцентриситета, а следовательно, и подача насоса. Величина эксцентриситета ограничивается указателем 19. Обойма вращается в двух подшипниках 12, а приводной вал -

в подшипниках 14. Распределительная ось имеет каналы с отверстиями, через которые происходят всасывание и нагнетание. Муфта состоит из фланца 2, установленного на шлицах приводного вала промежуточного кольца 5 и четырех роликов 4, через которые крутящий момент передается от фланца к ротору. Для исключения утечек рабочей жидкости по валу служит уплотнение 21. Утечки по каналу 17 отводятся в корпус насоса, а из него через отверстие 13 в дренажную гидролинию.

Насос работает следующим образом. При вращении ротора поршни под действием центробежной силы выдвигаются из цилиндров и прижимаются к реактивным кольцам обоймы. При этом если между ротором и обоймой есть эксцентриситет, то поршни, кроме вращательного, будут совершать и возвратно- поступательные (в радиальном направлении) движения.

Изменение эксцентриситета вызывает соответствующее изменение хода поршней и подачи насоса. Вместе с ротором во вращение вовлекается обойма, вращающаяся в своих подшипниках. Такая конструкция позволяет уменьшить силы трения и повысить КПД гидромашины.



1 – корпус; 2 – фланец; 3, 24, 25 – крышки; 4 – ролики; 5, 6 – кольцо; 7 – поршни; 8 – ротор; 9 – обойма; 10 – блок; 11 – ось; 12, 14 – подшипники; 13 – отверстие; 15 – направляющие; 17 – канал; 19 – указатель; 20 – вал; 21 – уплотнение.

Рисунок 3.7 – Радиально-поршневой насос однократного действия типа НШ

3.4. Аксиально-поршневые насосы и гидромоторы

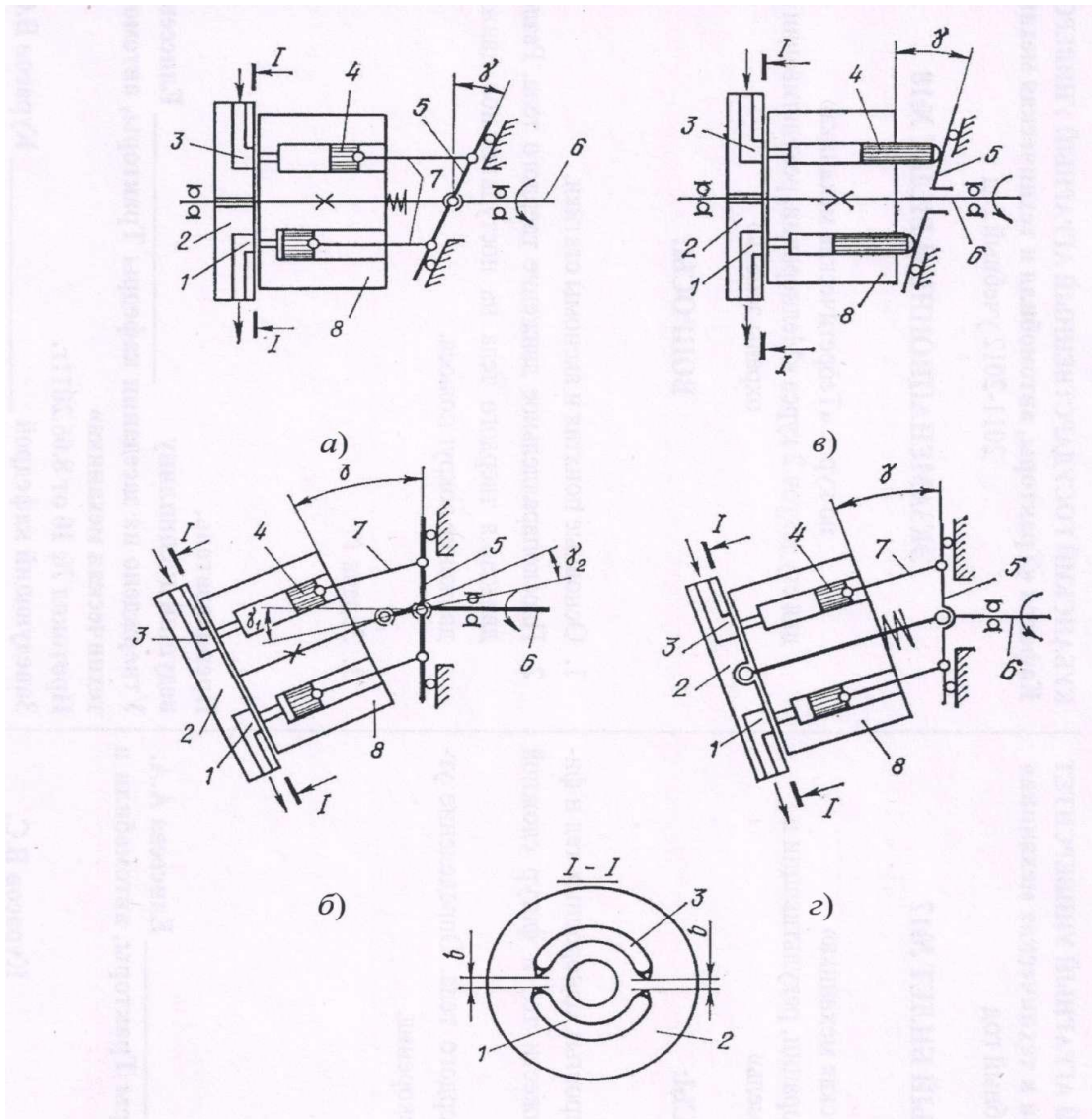
Аксиально-поршневой насос состоит из блока цилиндров 8 (рис.3.8) с поршнями (плунжерами) 4, шатунов 7, упорного диска 5, распределительного устройства 2 и ведущего вала 6.

Во время работы насоса при вращении вала приходит во вращение и блок цилиндров. При наклонном расположении упорного диска (см. рис.3.8, я, в) или блока цилиндров (см. рис.3.8, б, г) поршни, кроме вращательного, совершают и возвратно-поступательные аксиальные движения (вдоль оси вращения блока цилиндров). Когда поршни выдвигаются из цилиндров происходит всасывание, а когда вдвигаются - нагнетание. Через окна 1 и 3 в распределительном устройстве 2 цилиндры попеременно соединяются то с всасывающей, то с напорной гидролиниями. Для исключения соединения всасывающей линии с напорной блок цилиндров плотно прижат к распределительному устройству, а между окнами этого устройства есть уплотнительные перемычки, ширина которых δ больше диаметра $d_{\text{котверстия}}$ соединительных каналов в блоке цилиндров. Для уменьшения гидравлического удара при переходе цилиндрами уплотнительных перемычек в последних сделаны дроссельные канавки в виде небольших усиков, за счет которых давление жидкости в цилиндрах повышается равномерно.

Рабочими камерами аксиально-поршневых насосов являются цилиндры, аксиально расположенные относительно оси ротора, а вытеснителями - поршни. По виду передачи движения вытеснителям аксиально-поршневые насосы подразделяются на насосы с наклонным блоком (см. рис.3.8, б, г) и с наклонным диском (см. рис.3.8, я, в). Известные конструкции аксиально-поршневых насосов выполнены по четырем различным принципиальным схемам.

Насосы с силовым карданом (см. рис.3.8, а) приводной вал соединен с наклонным диском силовым карданом, выполненным в виде универсального шарнира с двумя степенями свободы. Поршни соединяются с диском шату-

нами. При такой схеме крутящий момент от приводящего двигателя передается блоку цилиндров через кардан и наклонный диск. Начальное прижатие блока цилиндров распределительному устройству обеспечивается пружиной, а во время работы насоса давлением жидкости. Передача крутящего момента блоку цилиндров необходима для преодоления сил трения между торцом блока цилиндров и распределительным устройством.

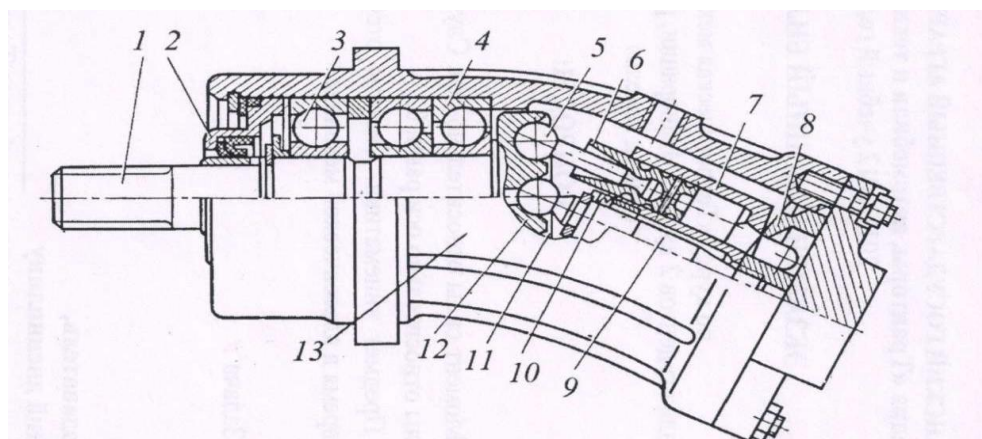


1,3 - окна; 2 - распределительное устройство; 4-поршни; 5 - упорный диск; 6 - ведущий вал; 7 - шатуны; 8 - блок цилиндров
 а-с силовым карданом; б-снесиловым карданом; в-с точечным касанием поршней; г - бескарданного типа

Рисунок 3.8 – Принципиальные схемы аксиально-поршневых насосов

В насосах с двойным несилковым карданом (см. рис.3.8, б) углы между осью промежуточного вала и осями ведущего и ведомого валов принимают одинаковыми и равными. При такой схеме вращение ведущего и ведомого валов будет практически синхронным, а кардан полностью разгруженным, так как крутящий момент от приводящего двигателя передается блоку цилиндров через диск 5, изготавливаемый заодно с валом 6.

Насосы с точечным касанием поршней наклонного диска (см. рис.3.8, в) имеют наиболее простую конструкцию, поскольку здесь нет шатунов и карданных валов. Однако для того, чтобы машина работала в режиме насоса, необходимо принудительное выдвигание поршней из цилиндров для прижатия их к опорной поверхности наклонного диска (например, пружинами, помещенными в цилиндрах). Аксиально-поршневые машины бескарданного типа (см. рис.3.8, г) блок цилиндров соединяется с ведущим валом через шайбу и шатуны поршней. По сравнению с гидромашинами с карданной связью машины бескарданного типа проще в изготовлении, надежнее в эксплуатации, имеют меньший габарит блока цилиндров. По данной схеме отечественной промышленностью выпускается большинство аксиально-поршневых машин серии 200 и 300



- 1 - вал; 2 - крышка; 3 - подшипник радиальный; 4 - подшипник радиально-упорный сдвоенный; 5 - шатун; 6 - поршень; 7 - блок цилиндров; 8 - распределительный диск; 9 - центральный шип; 10 - тарельчатая пружина; 11 - шайба; 12 - фланец; 13 - корпус

Рисунок 3.10 – Аксиально-поршневая гидромашинка типа 210

3.5 Контрольные вопросы:

- 3.5.1 Какие существуют гидравлические машины шестеренного типа?
- 3.5.2 Как осуществляется работа шестеренчатых гидромоторов?
- 3.5.3 Основные составляющие шестеренчатого насоса
- 3.5.4 Основные составляющие пластинчатого насоса однократного действия.
- 3.5.5 От чего зависит срок службы пластинчатых гидромашин?
- 3.5.6 Основные составляющие радиально-поршневого насоса однократного действия.
- 3.5.7 Работа радиально-поршневого насоса.
- 3.5.8 Основные составляющие аксиально-поршневого насоса.

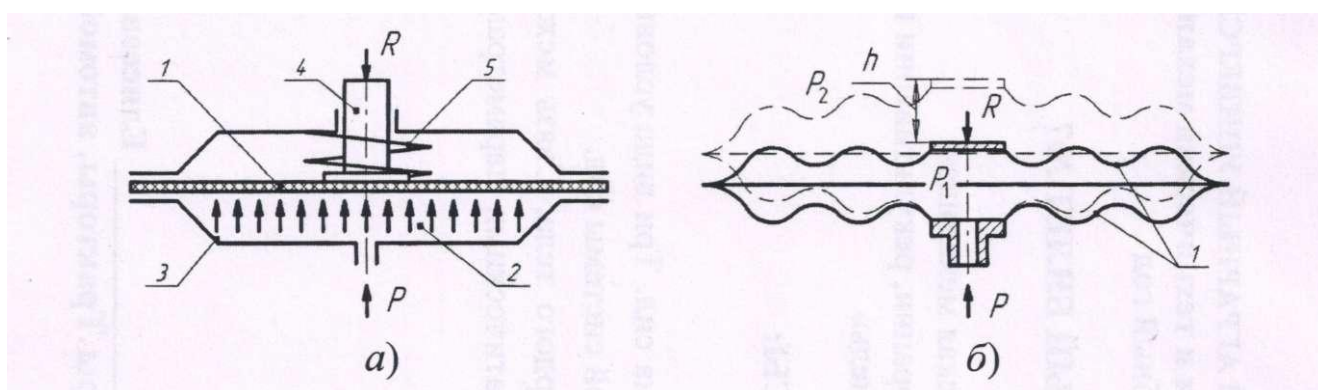
Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ №4 «ГИДРОЦИЛИНДРЫ»

4.1. Механизмы с гибкими разделителями

Мембранный исполнительный механизм представляет собой защемленное по периферии корпуса эластичное кольцо 1. При увеличении давления в подводящей камере 2 эластичное кольцо прижимается к верхней части корпуса 3, и шток 4, связанный с эластичным кольцом, выдвигается. Обратный ход штока обеспечивает пружина 5.

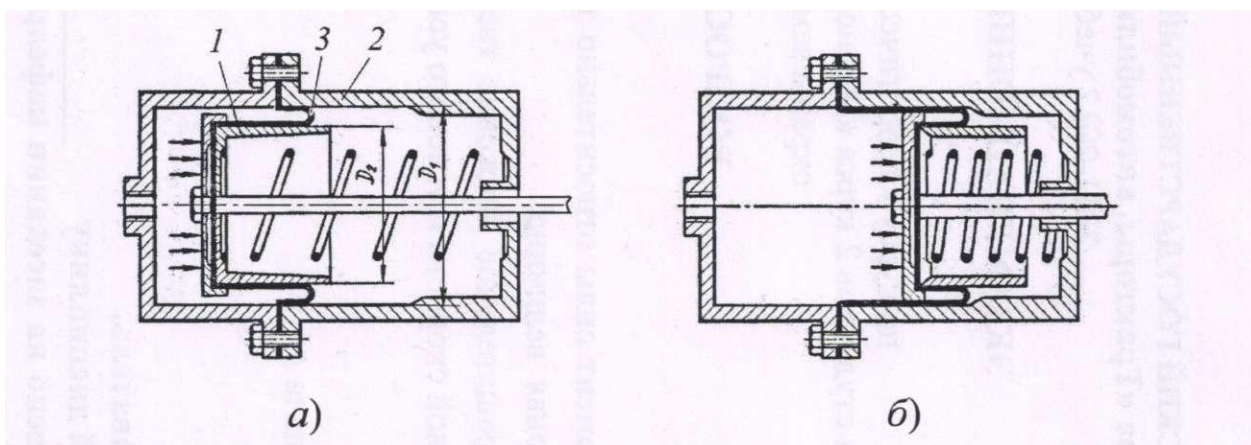


а – плоская с эластичным кольцом; б – гофрированная металлическая.

Рисунок 4.1 – Схемы мембран

В гидропневмоавтоматике распространены также гофрированные металлические мембраны (рис.4.1,б). Деформация таких мембран происходит за счет разности давлений $\Delta P = P_1 - P_2$ и внешней нагрузки R .

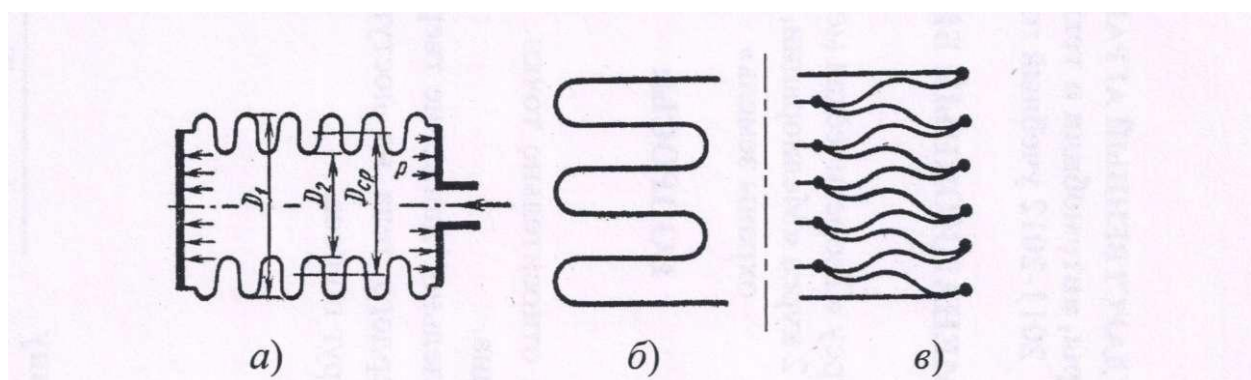
Мембранные гидроцилиндры (рис.4.2) допускают значительны перемещения выходного звена - штока. При перемещении поршня 1 в направлении действия давления жидкости (рис.4.2, а) мембрана 3 перегибается, перекатываясь со стенок поршня 1 на стенки цилиндра 2, к которым она плотно поджимается давлением жидкости (рис.4.2, б). Обратный ход поршня происходит за счет пружины.



1 – поршень; 2 – цилиндр;

Рисунок 4.2 – Схема работы мембранного гидроцилиндра

Сильфоны (рис.4.3, а) предназначены для работы при небольших давлениях (до 3 МПа). Их изготавливают из металлов и неметаллических материалов (резины или пластика). Металлические сильфоны бывают одно- и многослойные (до пяти слоев). Применение сильфонов оправдано в условиях высоких и низких температур, значение которых лимитируется материалом, из которого изготовлен сильфон. Сильфоны могут быть цельные или сварные. Цельные изготавливают развальцовкой тонкостенной бесшовной трубы.



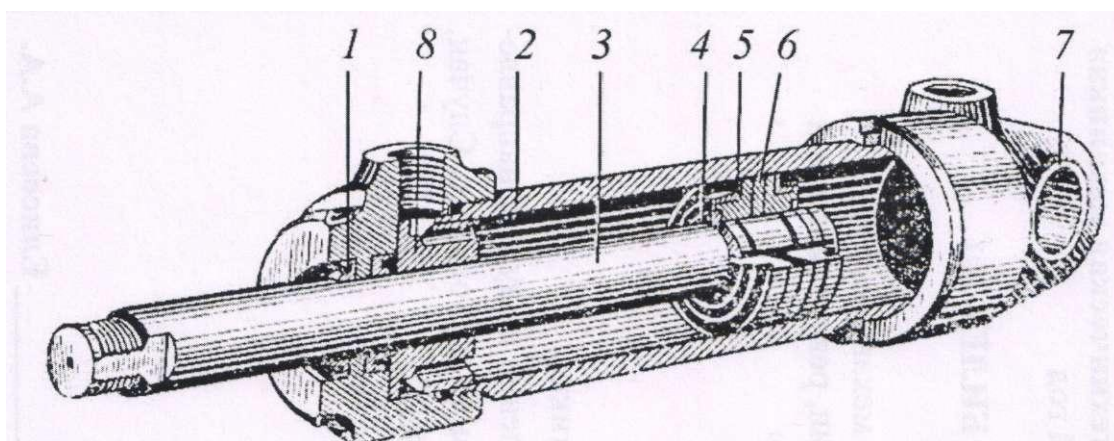
а – сильфон; б – цельная стенка; в – сварная стенка.

Рисунок 4.3 – Схема металлического сильфона

4.2. Гидроцилиндры прямолинейного действия

Основой конструкции является гильза 2, представляющая собой трубу с тщательно обработанной внутренней поверхностью. Внутри гильзы перемещается поршень б, имеющий резиновые манжетные уплотнения 5, которые

предотвращают перетекание жидкости из полостей цилиндра, разделенных поршнем. Усилие от поршня передает шток 3, имеющий полированную поверхность. Для его направления служит грундбукса 8. С двух сторон гильзы укреплены крышки с отверстиями для подвода и отвода рабочей жидкости. Уплотнение между штоком и крышкой состоит из двух манжет, одна из которых предотвращает утечки жидкости из цилиндра, а другая служит грязесъемником 1. Проушина 7 служит для подвижного закрепления гидроцилиндра. На нарезанную часть штока крепится проушина или деталь, соединяющая гидроцилиндр с подвижным механизмом.



1 – грязесъемник; 2 – гильза; 3 – шток; 4 стопорное кольцо; 5 манжета; 6 поршень; 7 проушина; 8 грундбукса.

Рисунок 4.4 - Гидроцилиндр

У нормализованных цилиндров, применяющихся в строительных машинах, диаметр штока составляет в среднем $0,5D$, ход поршня не превосходит $10D$. При большей величине хода и давлениях, превышающих 20 МПа, шток следует проверять на устойчивость от действия продольной силы.

Для уменьшения потерь давления диаметры проходных отверстий в крышках цилиндра для подвода рабочей жидкости назначают из расчета, чтобы скорость жидкости составляла в среднем 5 м/с, но не выше 8 м/с.

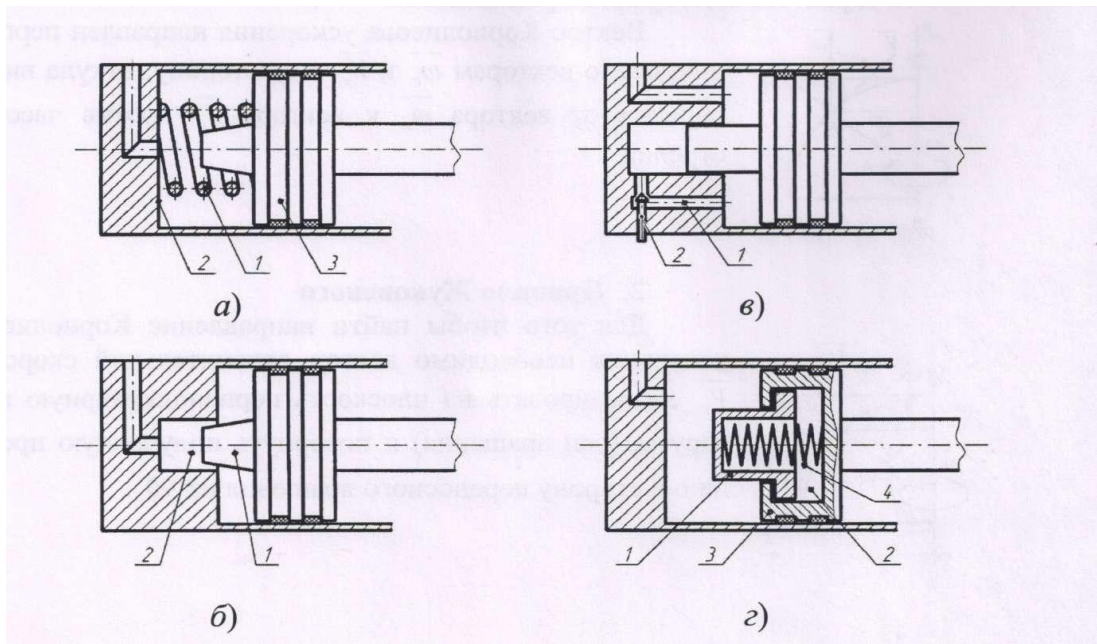
Ход поршня ограничивается крышками цилиндра. В некоторых случаях она достигает 0,5 м/с. Жесткий удар поршня о крышку в гидроцилиндрах строительных машин предотвращают *демпферы* {*тормозные устройства*). Принцип из действия большинства из них основан на запираании небольшого объема жидкости и преобразования энергии движущихся масс в механическую энергию жидкости. Из запертого объема жидкость вытесняется через каналы малого сечения.

На рис.4.5. представлены типичные схемы демпферных устройств. *Пружинный демпфер* (рис.4.5, а) представляет собой пружину 1, установленную на внутренней стороне крышки цилиндра 2, тормозящую поршень 3 в конце хода.

Демпфер с ложным штоком (рис.4.5, б) представляет собой короткий ложный шток 1 и выточку 2 в крышке цилиндра. Ложный шток может иметь коническую или цилиндрическую форму. В конце хода поршня жидкость запирается ложным штоком в выточке крышки цилиндра и вытесняется оттуда через узкую кольцевую щель. Если ложный шток выполнен в виде конуса, то эта щель уменьшается по мере достижения поршнем конца своего хода. При этом сопротивление движению жидкости возрастает, а инерция, ускорение и скорость движения поршня уменьшаются.

Регулируемый демпфер с отверстием (рис.4.5, в) по принципу действия аналогичен демпферу с ложным штоком. Конструктивное отличие заключается в том, что запираемая в выточке крышки цилиндра жидкость вытесняется через канал 1 малого сечения, в котором установлена игла 2 для регулирования проходного сечения отверстия.

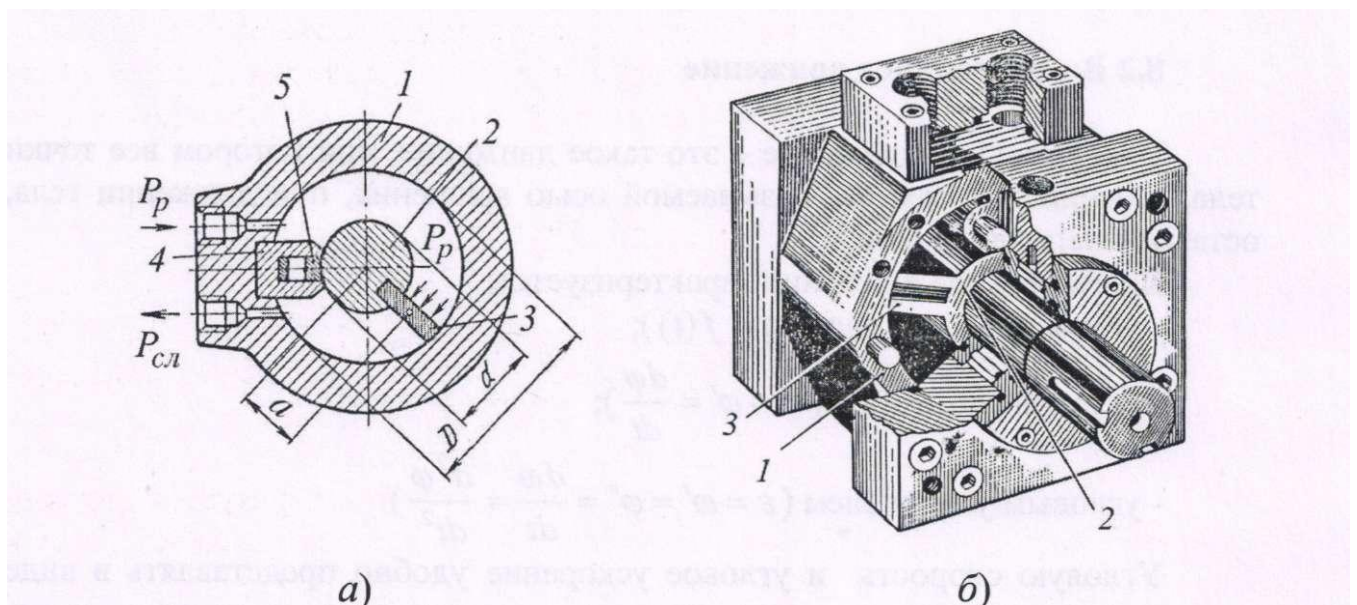
Гидравлический демпфер (рис.4.5, г) применяется в том случае, когда конструкцией гидроцилиндра не может быть предусмотрено устройство выточки. В гидравлическом демпфере в конце хода поршня стакан 1 упирается в крышку цилиндра, а жидкость вытесняется из полости 2 через кольцевой зазор между стаканом 1 и поршнем 3. Пружина 4 возвращает стакан в исходное положение при холостом ходе поршня.



а – пружинный демпфер; б – демпфер с ложным штоком; в – демпфер с регулируемым отверстием; г – гидравлический демпфер.

Рисунок 4.5 – Принципиальные схемы демпферов

4.3. Поворотные гидроцилиндры



а – схема; б – общий вид.

Рисунок 4.6 – Поворотный однолопастной гидроцилиндр

Поворотный гидроцилиндр состоит из корпуса 1, и поворотного ротора, представляющего собой втулку 2, несущую пластину (лопасть) 3. Кольцевая полость между внутренней поверхностью цилиндра и ротором разделена уплотнительной перемычкой 4 с пружинящим поджимом к ротору уплотнительного элемента 5.

При подводе жидкости под давлением P_p в верхний канал (см. рис.4.6, а) пластина 3 с втулкой 2 будет поворачиваться по часовой стрелке. Угол поворота вала цилиндра с одной рабочей пластиной обычно не превышает $270...280^\circ$.

Для преобразования прямолинейного движения выходного звена гидроцилиндра 1 в поворотное исполнительного механизма 2 применяют речно-шестеренные механизмы (рис.4.8).

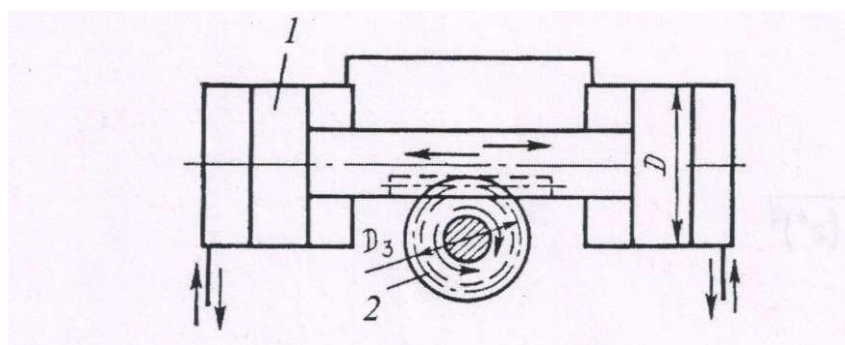


Рисунок 4.8 Речно-шестеренчатый механизм

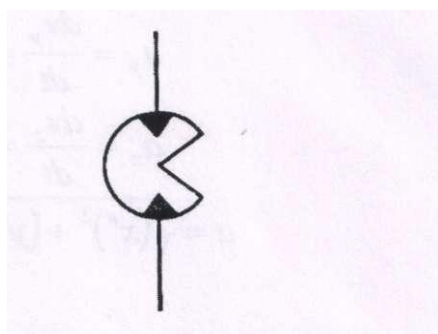


Рисунок 4.9 - Условное обозначение поворотного гидроцилиндра

4.4 Контрольные вопросы:

- 4.5.1 Что представляет собой мембранный исполнительный механизм?
- 4.5.2 Назначение сильфона.
- 4.5.3 В каком случае оправдано применение сильфонов?
- 4.5.4 Основные составляющие гидроцилиндра.
- 4.5.5 Что такое демпфер? На чем основан принцип действия демпфера?
- 4.5.6 Типы демпферов, перечислить.

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАНЯТИЕ №5 ГИДРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

5.1. Золотниковые гидрораспределители

Рассмотрим принцип работы распределителя (рис. 5.1). В первой (исходной) позиции все линии A , B , P и T , подходящие к распределителю разобщены, т.е. перекрыты (рис. 5.1, а). При смещении золотника влево распределитель переходит во вторую позицию, в которой попарно соединены линии P и A , B и T (рис. 5.1, б). При смещении золотника вправо - в третью, где соединяются линии P и B , A и T (рис. 5.1, в). Такой распределитель часто называют реверсивным, так как он используется для остановки и изменения направления движения исполнительных органов.

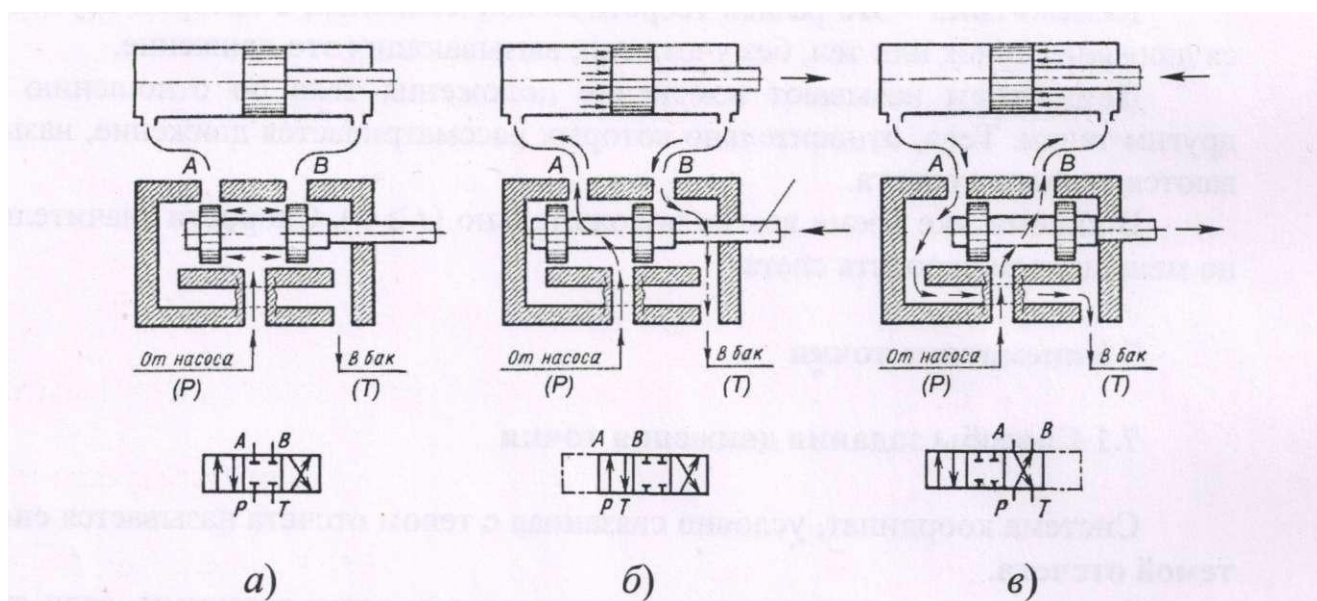


Рисунок 5.1 – Схема работы золотникового гидрораспределителя

В зависимости от числа подводов (линий, ходов) распределители могут быть двухходовые (двухлинейные); трехходовые (трехлинейные), четырех- и многоходовые. В соответствии с этим в обозначениях гидрораспределителей первая цифра говорит о числе подводов. Например, из обозначения гидро-

распределителя «4/2» можно понять, что он имеет 4 подвода, т.е. он четырехходовой (четырёхлинейный).

Вторая цифра в обозначении говорит о числе позиций. То же обозначение распределителя «4/2» говорит, что у него две позиции.

Примеры обозначения распределителей приведены на рис.5.2.

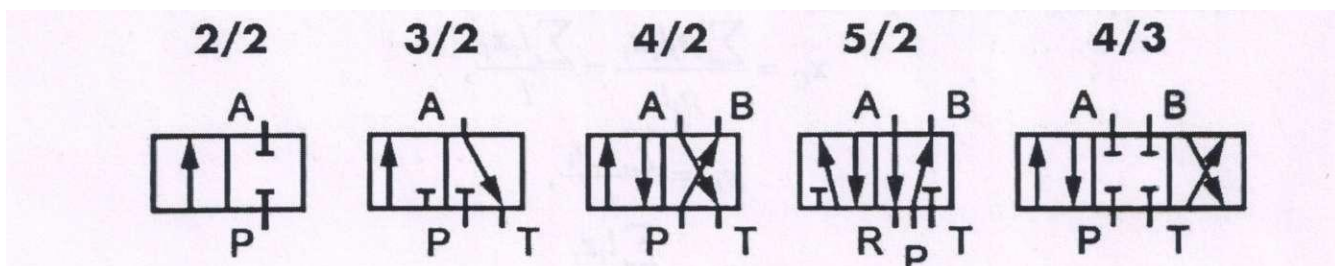


Рисунок 5.2 – Примеры обозначения типов распределителей

Устройство ручного гидрораспределителя 4/3 и его условного обозначения представлено на рис.5.3. Переключение позиций распределителя осуществляется рукояткой 7, которая при помощи серьги 2 шарнирно присоединяется к золотнику 10. С корпусом 6 рукоятка шарнирно соединена с ушком 11. Для фиксации каждого положения золотника служит шариковый фиксатор 9, помещенный в задней крышке 8. Утечки жидкости по золотнику со стороны передней крышки 3 исключаются манжетным уплотнением. Рабочая жидкость подводится к отверстию 5, а отводится через отверстие 4. Канал 7 дренажный, служит для отвода утечек.

На рис. 5.4 изображен гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением и его условное обозначение. Он состоит из основного гидрораспределителя 2 с гидравлическим управлением и вспомогательного гидрораспределителя 1 с электромагнитным управлением. Основной гидрораспределитель управляет потоком рабочей жидкости гидросистемы, а вспомогательный регулирует поток управления. Такие гидрораспределители применяются в гидроприводах с дистанционным и автоматическим управлением при

больших расходах и высоком давлении в гидросистеме, когда применение гидрораспределителей с электромагнитным управлением невозможно.

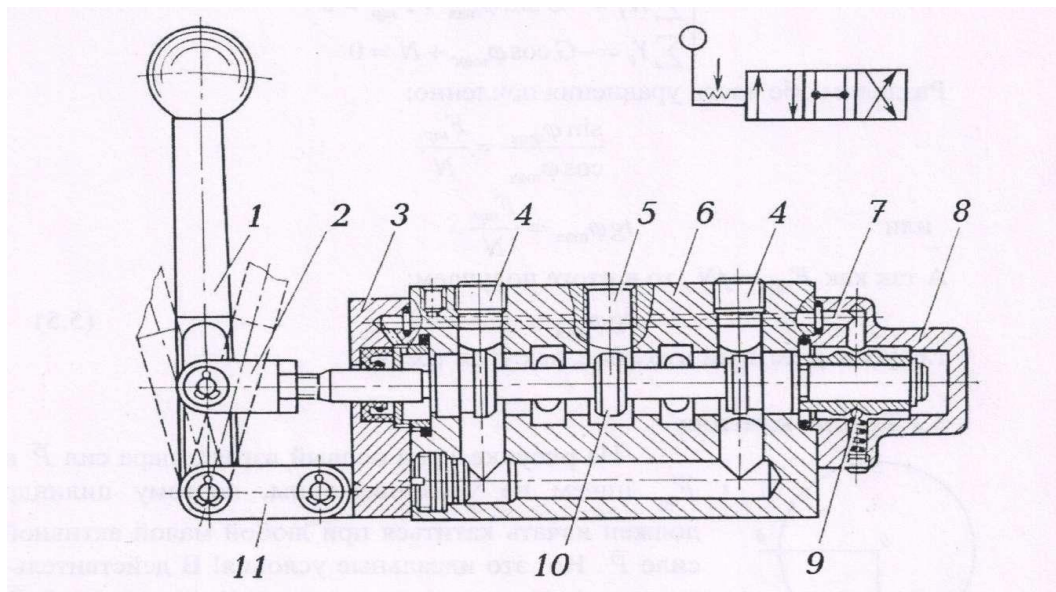


Рисунок 5.3 – Гидрораспределитель с ручным управлением

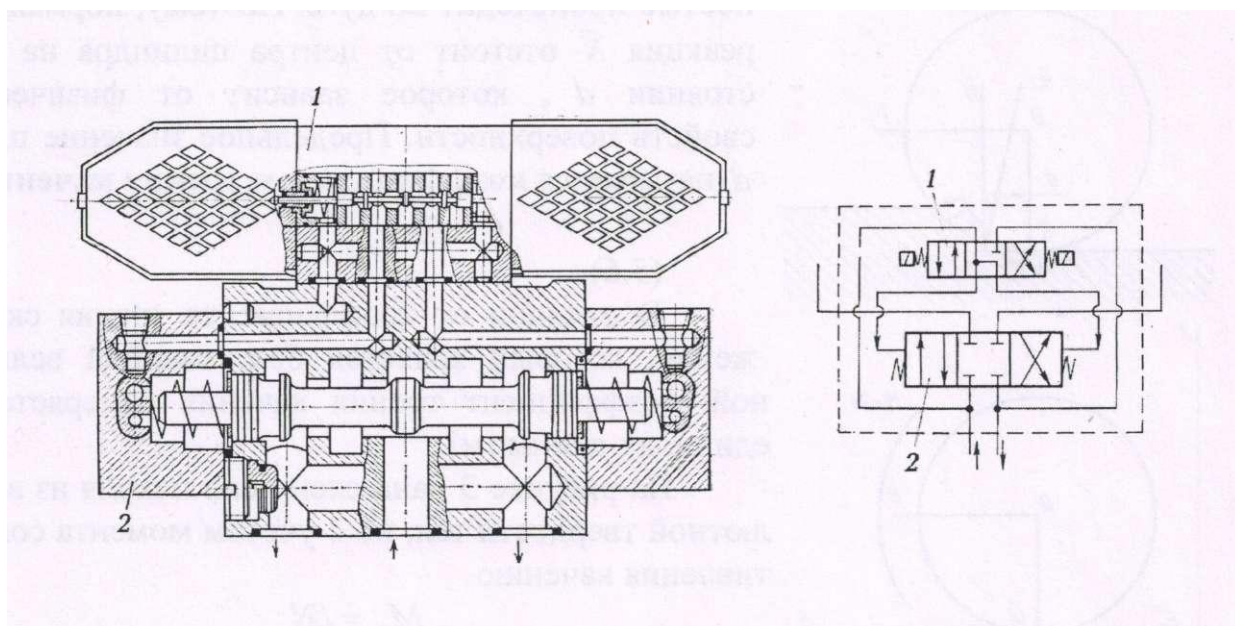


Рисунок 5.4 Гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением

В зависимости от числа золотников гидрораспределители подразделяют на распределители с одним и несколькими золотниками. В последнем случае распределители могут быть *моноблочными* или *секционными*. Секции распределителя соединяют между собой болтами. На рис.5.5 представлен моноблочный гидрораспределитель.

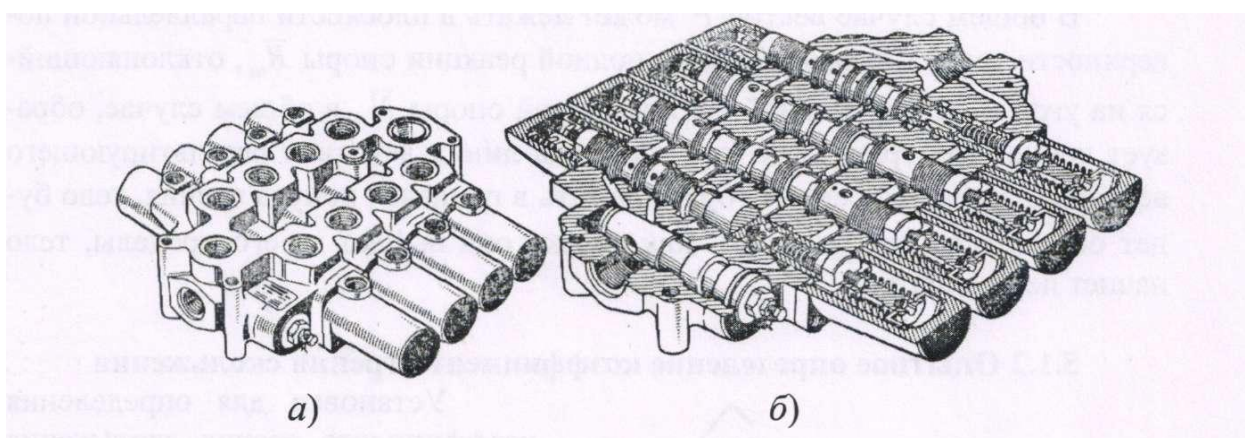


Рисунок 5.5 – Моноблочный четырехзолотниковый гидрораспределитель

Золотники гидрораспределителя могут выполняться в трех исполнениях (рис.5.6).

Золотники с положительным осевым перекрытием (рис.5.6, а) имеют ширину поясков B больше, чем ширину проточки c или диаметр рабочих окон в корпусе. При нейтральном положении золотника такого гидрораспределителя напорная гидролиния отделена от линий, соединяющих полости гидродвигателя и слива. Величина перекрытия $Я = (B-c)/2$ зависит от диаметра золотника: при d -10... 12 мм перекрытие принимают равным 1... 2 мм; при d до 25 мм - 3... 5 мм; при d до 50 мм - 6...8 мм. Золотники с положительным осевым перекрытием позволяют фиксировать положение исполнитель-

ного механизма. Недостатком является наличие у них зоны нечувствительности, определяемой величиной осевого перекрытия: в пределах этой зоны при перемещении золотника расход жидкости через гидрораспределитель равен нулю, а исполнительный механизм не движется, несмотря на подаваемый к золотнику сигнал управления.

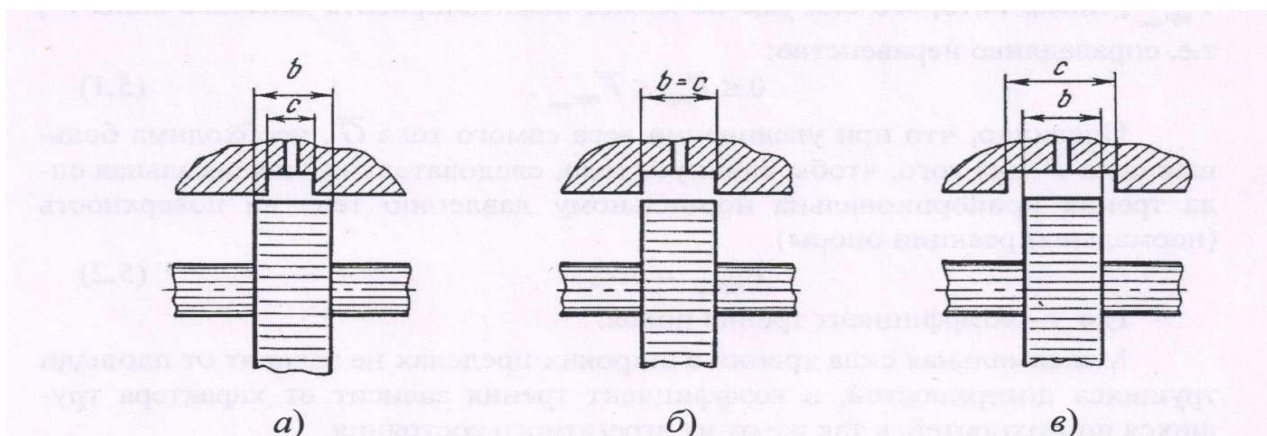


Рисунок 5.6 - Конструктивные исполнения золотников

Золотники с нулевым осевым перекрытием (рис.5.6, б) имеют ширину пояскаравную ширине проточки с или диаметру рабочих окон, а осевое перекрытие $\Pi = 0$. Такие золотники не имеют зоны нечувствительности и наилучшим образом удовлетворяют требованиям следящих гидросистем. Однако изготовление таких золотников связано со значительными технологическими трудностями.

Золотники с отрицательным осевым перекрытием (рис.5.6, в), у которых $b < c$; при нейтральном положении их напорная гидролиния соединена со сливом и с обеими полостями гидродвигателя. При этом жидкость через зазоры непрерывно поступает на слив, а в обеих полостях гидродвигателя устанавливается одинаковое давление. В гидрораспределителях с таким золотником зона нечувствительности сводится к минимуму, но из-за слива рабочей жидкости часть мощности теряется. Кроме этого, гидросистема с таким золотником будет иметь меньшую жесткость, так как из-за перетекания жидкости через начальные зазоры в золотнике будет переходить смещение исполнительного механизма при изменении преодолеваемой нагрузки.

5.3. Крановые гидрораспределители

В крановых гидрораспределителях изменение направления потока рабочей жидкости достигается поворотом пробки, имеющей плоскую, цилиндрическую, сферическую или коническую форму.

На рис.5.7 показана схема включения распространённого кранового распределителя в систему управления силовым цилиндром. Пробка крана имеет два перпендикулярных, но не пересекающихся отверстия. Она может занимать два и больше угловых положения.

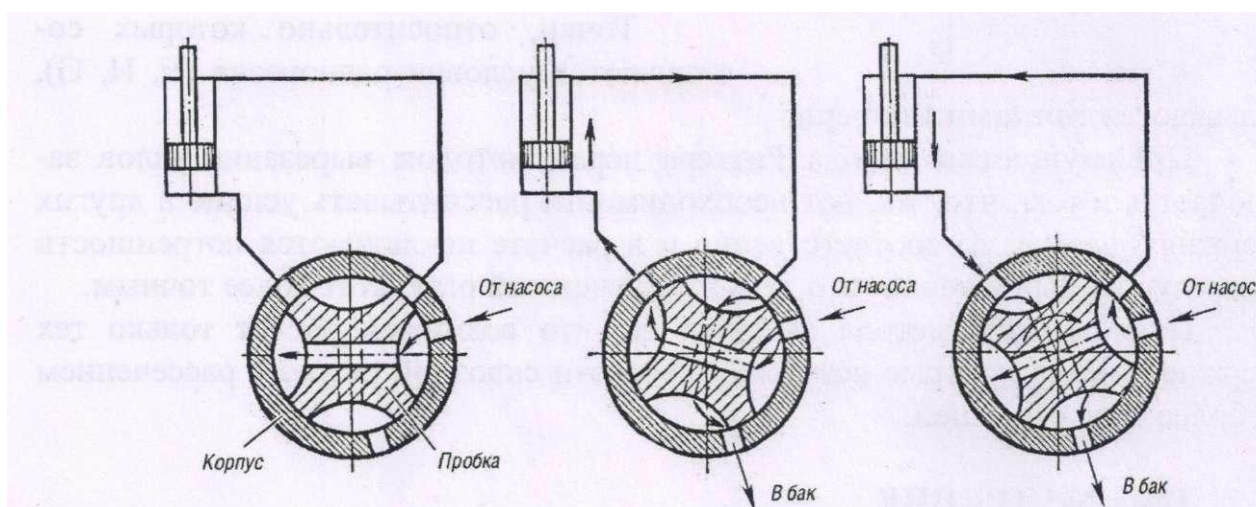


Рисунок 5.7 - Схемы включения в гидросистему пробкового крана

Серийный двухпозиционный крановый гидрораспределитель Г71-3 (рис.5.9) с цилиндрической пробкой состоит из корпуса 3, фланца 5, крышки 7, пробки 2, уплотнения 4, ступицы 7, рукоятки 8 и шарикового фиксатора 6. В положении пробки крана, указанном на рисунке, жидкость через отверстие 77 поступает в камеру 76; из нее через канал 18 в пробке крана (показан пунктиром) - в камеру 12 и далее через отверстие 77 в корпусе к гидродвигателю или к другому управляемому объекту. Из другой полости гидродвигателя жидкость поступает в 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.

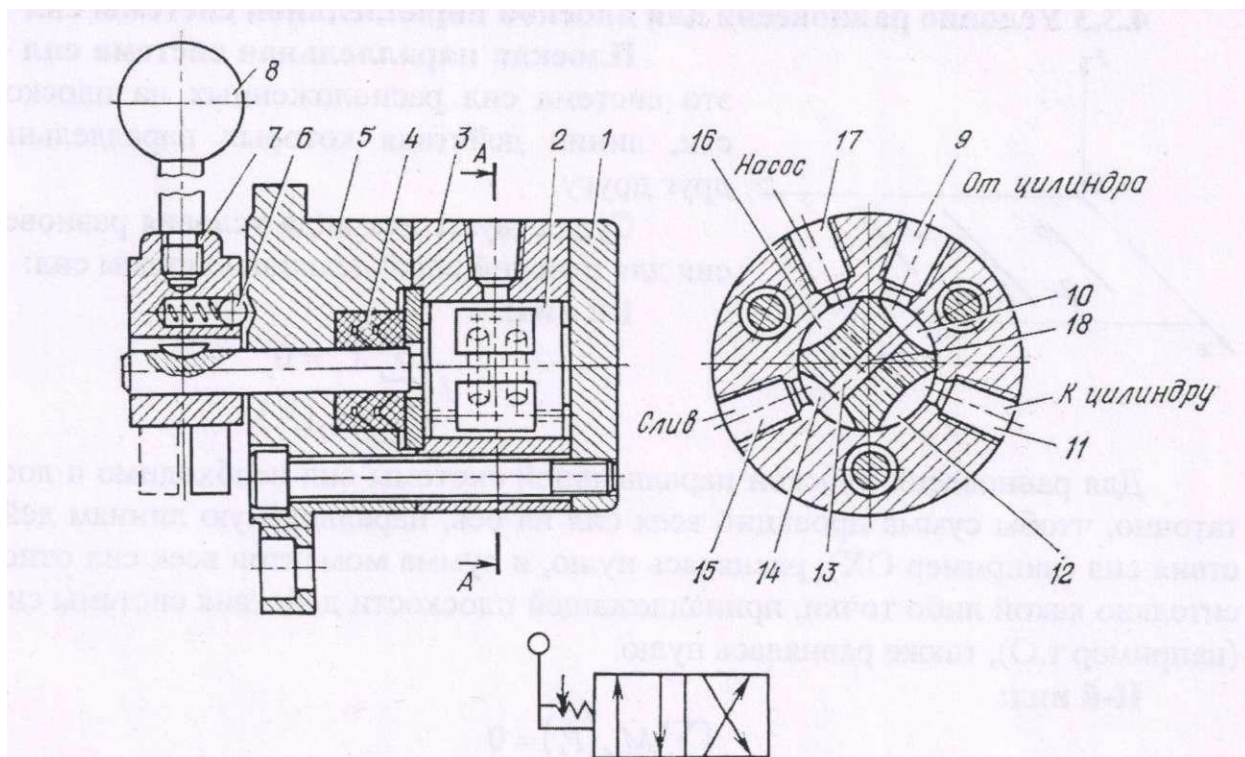


Рисунок 5.8 - Крановый гидрораспределитель и его условное обозначение

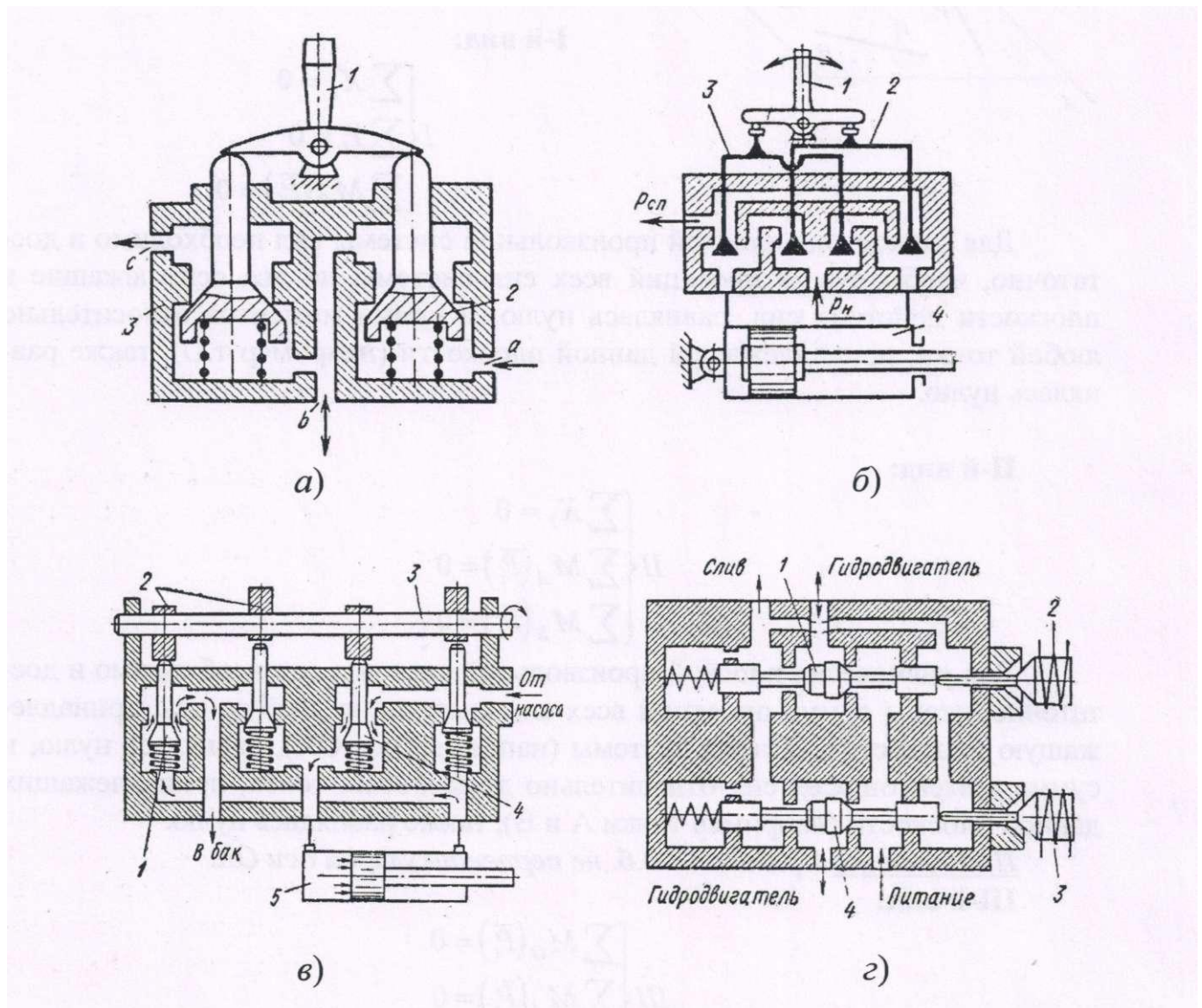
Герметичность кранового гидрораспределителя обеспечивается за счет притирки пробки к корпусу крана. Для кранов с цилиндрической пробкой зазор между пробкой и корпусом принимают равным 0,01...0,02 мм. В этих кранах вследствие износа пробки и корпуса зазор между ними, а следовательно, и утечка рабочей жидкости с течением времени увеличиваются, что является недостатком такого кранового распределителя. Такого недостатка нет в крановых гидрораспределителях с конической пробкой.

Крановые гидрораспределители чаще всего применяют в качестве вспомогательных в золотниковых гидрораспределителях с гидравлическим управлением.

5.4. Клапанные гидрораспределители

В гидросистемах некоторых машин применяют также клапанные распределители, которые просты в изготовлении и надежны в эксплуатации, а также могут обеспечить высокую герметичность.

Затвора клапанов приводят в действие ручными, механическими и электротехническими устройствами. Из ручных устройств наиболее распространены клапаны с качающимся рычагом, схема которого для питания одной полости гидродвигателя приведена на рис.5.9, а.



а, б - с качающимся рычагом; в - с кулачковым приводом; г - с электромагнитным приводом

Рисунок 5.9 - Клапанные распределители

В клапанном распределителе (см.рис.5.10, а) в нейтральном (среднем) положении качающегося рычага 1 оба клапана 2 и 3 находятся в своих гнездах; в этом положении клапанов канал Ъ гидродвигателя отсоединен как от канала а, связанного с насосом, так и от канала с, связанного с баком. При повороте рычага 1 вправо с гидродвигателем соединяется канал а насоса, при повороте влево - канал с бака.

Схема четырехходового клапанного распределителя представлена на рис.5.9, б. При повороте рукоятки 1 перемещается та или другая пары клапанов 2 или 3, обеспечивая подвод (отвод) жидкости к соответствующей полости силового цилиндра 4.

Распространены также клапаны с кулачковым приводом (рис.5.9, в). На валике 3 находятся четыре кулачка 2, соответствующим образом ориентированные один относительно другого. При повороте валика кулачки воздействуют на штоки соответствующего конусного затвора 7, обеспечивая подвод рабочей жидкости в полости илового цилиндра 5 и ее отвод. В положении, показанном на рассматриваемом рисунке, жидкость от канала, связанного с насосом, поступает через открытый (утопленный) затвор 4 в левую полость силового цилиндра 5 и удаляется в бак из правой полости цилиндра через клапан. Остальные два затвора находятся в своих седлах. При повороте валика вступают в действие эти затворы, обеспечивая подвод жидкости в правую полость цилиндра 5 и отвод ее из левой полости.

На рис.5.9, г представлена схема трехпозиционного клапанного распределителя прямого действия с двумя клапанами 1 и 4, управляемыми электромагнитами 2 и 3. При выключенных электромагнитах оба клапана прижаты пружинами к своим седлам. При этом магистраль нагнетания перекрыта, а полости гидродвигателя соединены со сливом.

При включении электромагнита 2 клапан 1, сжимая пружину, переместится в крайнее левое положение и прижмется к левому седлу. В этом положении одна из полостей потребителя соединится с напорной магистралью. При включенном электромагните 3 и выключенном электромагните 2 срабо-

тает клапан 4, соединив вторую полость потребителя с магистралью нагнетания.

5.5 Контрольные вопросы:

5.5.1 Принцип работы золотникового распределителя

5.5.2 Как расшифровать обозначение гидрораспределителя 4/2?

5.5.3 Условное обозначение гидрораспределителя с электрическим управлением.

5.5.4 Как достигается изменение направления потока рабочей жидкости в крановых гидрораспределителях?

5.5.5 Условное обозначение кранового гидрораспределителя.

5.5.6 Чем обеспечивается герметичность кранового гидрораспределителя?

5.5.7 Типы распределителей.

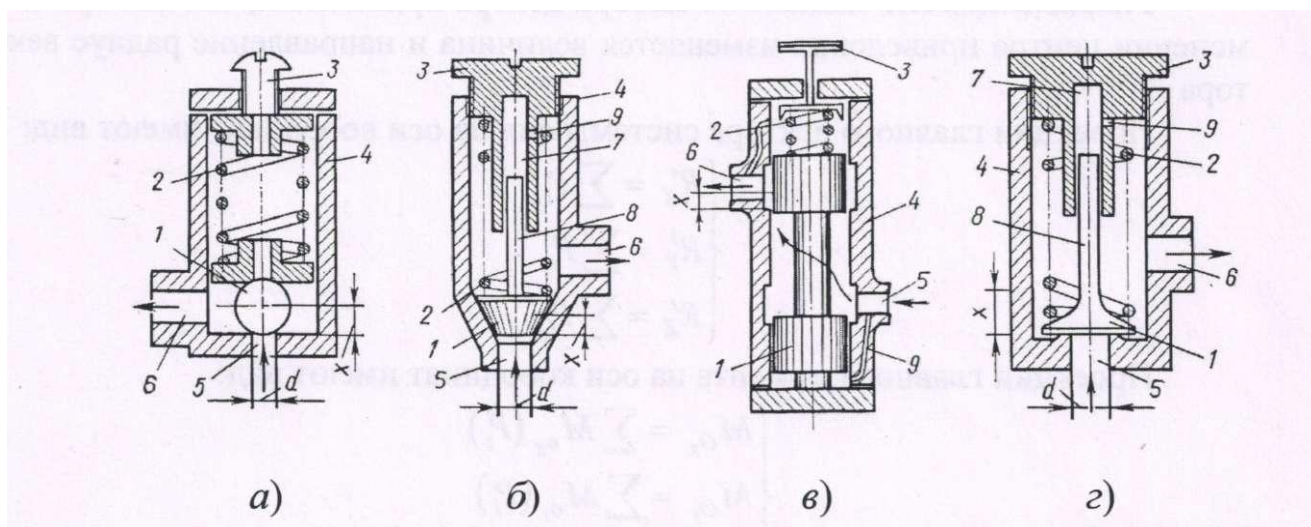
Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ №6. «РЕГУЛИРУЮЩАЯ И НАПРАВЛЯЮЩАЯ ГИДРОАППАРАТУРА»

6.1. Напорные гидроклапаны

На рис.6.1 приведены принципиальные схемы напорных клапанов прямого действия с шариковым, конусным, плунжерным и тарельчатым запорно-регулирующими элементами.



а - с шариковым; б - с конусным; в - с золотниковым; г - с тарельчатым.

Рисунок 6.1 - Принципиальные схемы напорных клапанов с запорно-регулирующими элементами

Клапан состоит из запорно-регулирующего элемента 1 (шарика, конуса и т.д.), пружины 2, натяжение которой можно изменять регулировочным винтом 3. Отверстие 5 корпуса 4

соединяется с линией высокого давления, а отверстие 6 - со сливной линией. Часть корпуса, с которой запорно-регулирующий элемент клапана приходит в соприкосновение, называется седлом (посадочным местом).

При установке клапана в гидросистему пружина 2 настраивается так, чтобы создаваемое ею давление было больше рабочего, тогда запорно-регулирующий элемент будет прижат к седлу, а линия слива будет отделена от линии высоко давления. При повышении давления в подводимом потоке

сверх регламентированного запорно-регулирующий элемент клапана перемещается вверх, преодолевая усилие пружины, рабочее проходное сечение клапана открывается, и гидролиния высокого давления соединяется со сливной. Вся рабочая жидкость идет через клапан на слив. Как только давление в напорной гидролинии упадет, клапан закроется, и если причина, вызвавшая повышение давления не будет устранена, процесс повторится.

Возникает вибрация запорно-регулирующего элемента, сопровождаемая ударами о седло и колебаниями давления в системе. Вибрация и удары могут служить причиной износа и потери герметичности клапанов.

Для уменьшения силы удара и частоты колебаний клапана о седло применяют специальные гидравлические демпферы (рис.6.1, б, г). Устройство состоит из камеры 7, в которой перемещается плунжер 8. Камера заполнена жидкостью. С линией слива эта камера соединяется тонким калибровочным отверстием 9 диаметром 0,8... 1 мм. При открывании клапана плунжер вытесняет жидкость из камеры демпфера. Создаваемое при этом гидравлическое сопротивление, пропорциональное скорости движения плунжера, уменьшает частоту колебаний, силу удара запорно-регулирующего элемента и частично устраняет его вибрацию.

Достоинство клапанов прямого действия - высокое быстродействие. Недостаток - увеличение размеров при повышении рабочего давления, а также нестабильность работы.

При конструировании напорных клапанов их габарит и массу можно уменьшить, если применить дифференциальные клапаны или клапаны непрямого действия.

Дифференциальный клапан (рис.6.2) состоит из плунжера 1, который имеет два пояска диаметрами D и d , на которые воздействует жидкость.

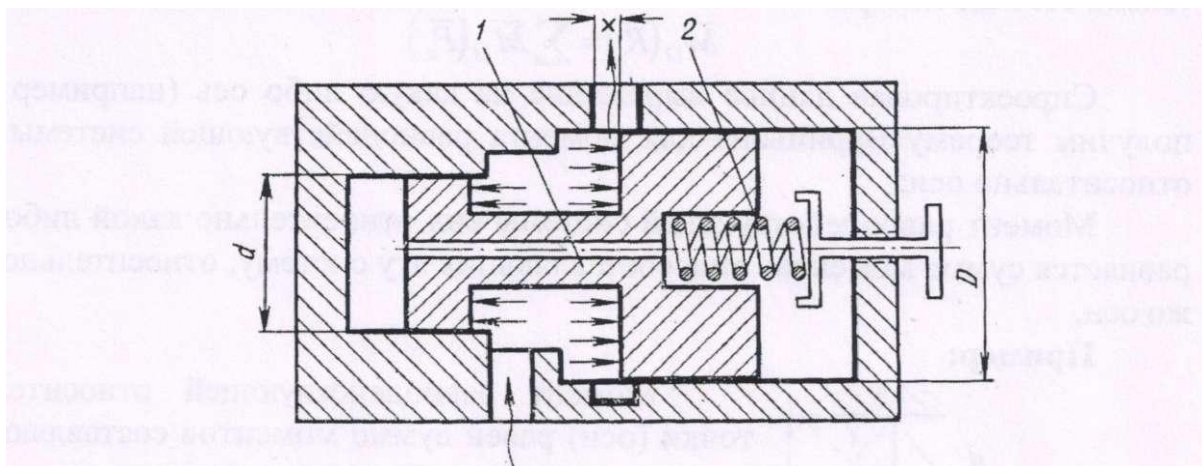
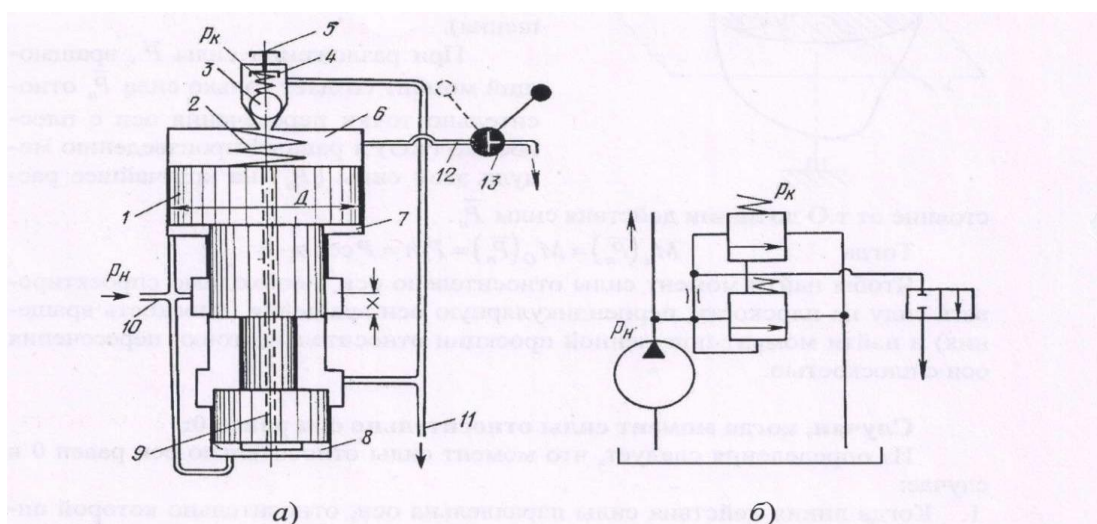


Рисунок 6.2 - Принципиальная схема дифференциального клапана

Благодаря наличию поясков с разными диаметрами уменьшается активная площадь запорно-регулирующего элемента клапана, на которую воздействует жидкость, и он оказывается частично разгруженным. Это позволяет уменьшить размеры пружины и всего клапана в целом.

Недостатком дифференциальных клапанов является скачкообразное изменение давления и расхода через клапан в момент его открытия.

Еще большего уменьшения размеров пружины и всего клапана в целом можно достигнуть в клапанах непрямого действия (рис.6.3).



а - принципиальная схема; б - условное обозначение

Рисунок 6.3 - Напорный клапан непрямого действия

Клапан состоит из основного запорно-регулирующего элемента - золотника 1 ступенчатой формы; нерегулируемой пружины 2 и вспомогатель-

ного запорно-регулирующего элемента 3 в виде шарикового клапана прямого действия. Усилие пружины 4 шарикового клапана регулируется винтом 5. Каналами в корпусе клапана полости 7 и 8 соединены с гидролинией 10 высокого давления. Полость 6 соединена с полостью 8 капиллярным каналом 9 в золотнике. Пружины шарикового клапана 3 настраивается на давление P_k (на 10...20% больше максимального рабочего в гидросистеме).

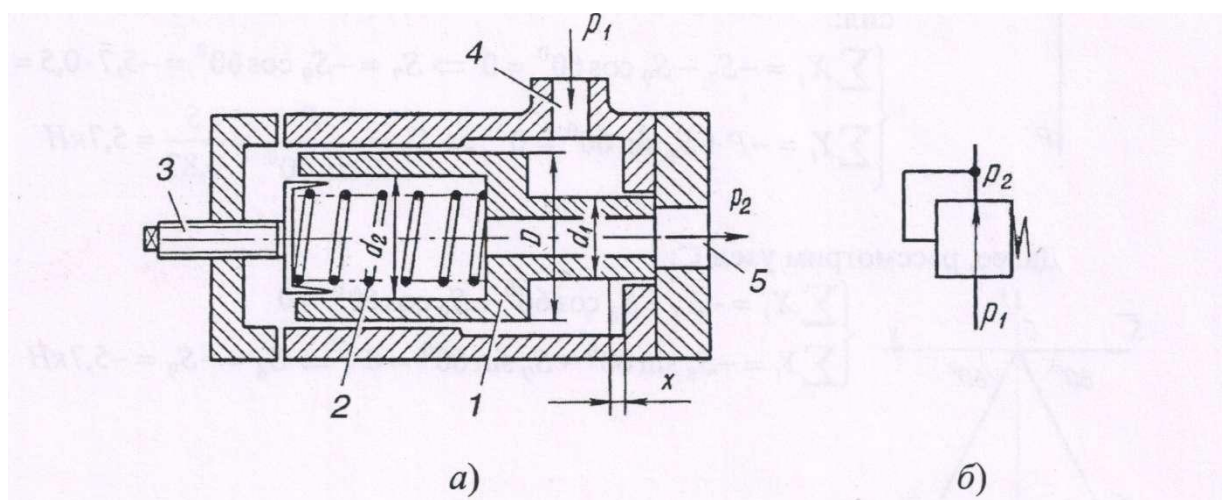
Если при работе машины давление в гидросистеме $P_n < P_k$, шариковый клапан закрыт, в полостях 6, 7, 8 устанавливается одинаковое давление P_n , золотник 1 под воздействием пружины 2 занимает крайнее нижнее положение, а гидролиния высокого давления 10 отделена от гидролинии слива 11 (положение клапана соответствует изображенному на рис.6.3). Изменение давления в гидросистеме вызывает изменения давления в полостях 6, 7, 8 клапана. В тот момент, когда давление P_n превысит P_k , шариковый клапан 3 откроется и через него жидкость в небольшом количестве начнет поступать на слив. В капиллярном канале золотника создается течение жидкости с потерей давления на преодоление гидравлических сопротивлений. Вследствие этого давление жидкости в полости 6 станет меньше давления в полостях 7 и 8. Под действием образовавшегося перепада давлений золотник 1 переместится вверх, сжимая пружину и соединяя линию 10 с линией 11. Рабочая жидкость будет поступать на слив, и перегрузки гидросистемы не произойдет. Однако как только линия высокого давления соединится со сливом, давление жидкости в гидросистеме уменьшится до $P_n < P_k$, шариковый клапан закроется и течение жидкости по капиллярному каналу прекратится. Давление в полостях 6, 7 и 8 выровняется и под воздействием пружины 2 золотник возвратится в исходное положение, снова отделив линию высокого давления от слива. Если причина, вызвавшая повышение давления в гидросистеме, не будет устранена, процесс повторится и золотник в конечном итоге установится на определенной высоте, при которой давление в гидросистеме будет поддерживаться постоянным.

Когда клапан находится в работе, золотник совершает колебательные движения. Уменьшению колебаний золотника способствует полость 7, оказывающая на него демпфирующее влияние.

Для разгрузки системы или какого-либо ее участка клапаны непрямого действия могут управляться дистанционно. Для этого полость 6 посредством канала 12 и крана 13 необходимо соединить со сливом. В результате давление в полости 6 резко упадет, золотник 1 поднимется вверх, а линия высокого давления 10 соединится со сливом 11.

6.2. Редукционный клапан

Редукционный клапан (рис.6.4) состоит из запорно-регулирующего элемента - плунжера 1, прижатого к седлу пружиной 2, сила натяжения которой регулируется винтом 3. Отверстие 4 корпуса соединяется с гидролинией высокого давления, а отверстие 5 с гидролинией низкого давления. В исходном положении клапан прижат к седлу, а вход клапана отделен от выхода. При повышении давления P плунжер поднимается и гидролиния высокого



а - принципиальная схема; б - условное обозначение

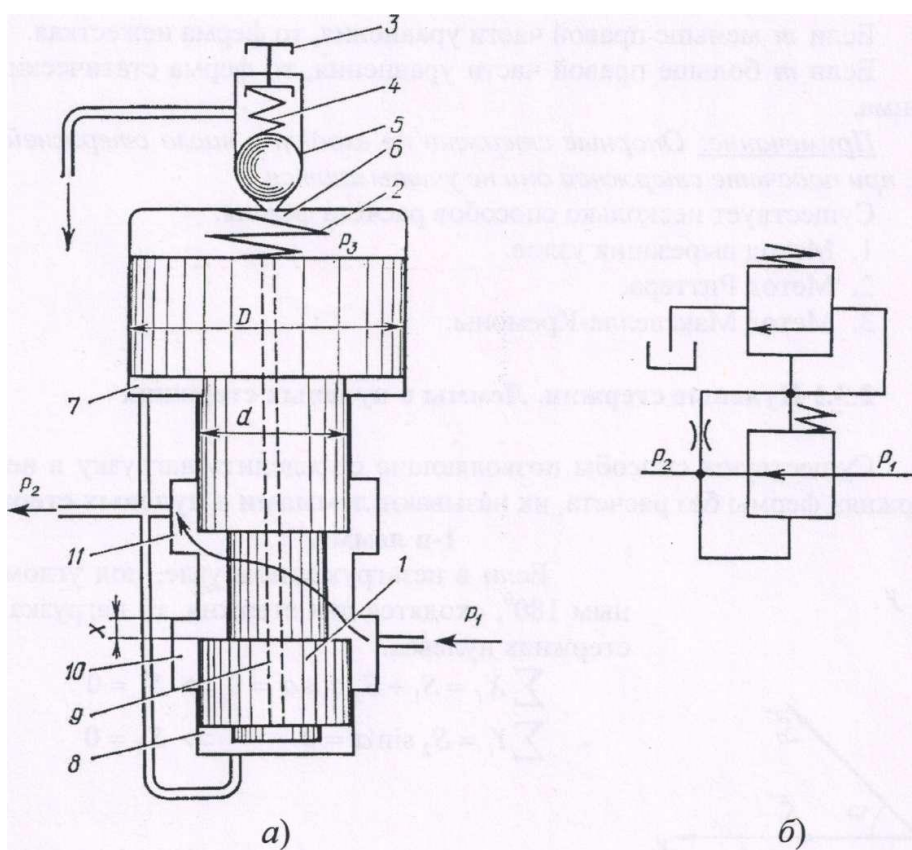
Рисунок 6.4 - Редукционный клапан:

давления соединяется с гидролинией низкого давления. Чем больше давление

P , тем больше открывается проходное сечение клапана и тем больше становится давление P_2 .

Рассмотрим работу редукционного клапана непрямого действия (рис.6.5). Клапан состоит из основного запорно-регулирующего элемента - золотника 1 ступенчатой формы, нагруженного нерегулируемой пружиной 2 с малой жесткостью, и вспомогательного запорно-регулирующего элемента 5 в виде шарикового клапана. Силу натяжения пружины 4 шарикового клапана можно изменять винтом 3. В корпусе клапана имеются каналы, соединяющие полости 7 и 8 с выходом, а в золотнике 1 - капиллярный канал 9, соединяющий полость б с полостью 8, а через последнюю и с выходом клапана.

Если пружина 4 настроена на давление большее, чем давление P_{in} входе клапана, то золотник 1 занимает исходное положение (показано на рис.6.5).



а - принципиальная схема; б — условное обозначение
 Рисунок 6.5 - Редукционный клапан непрямого действия

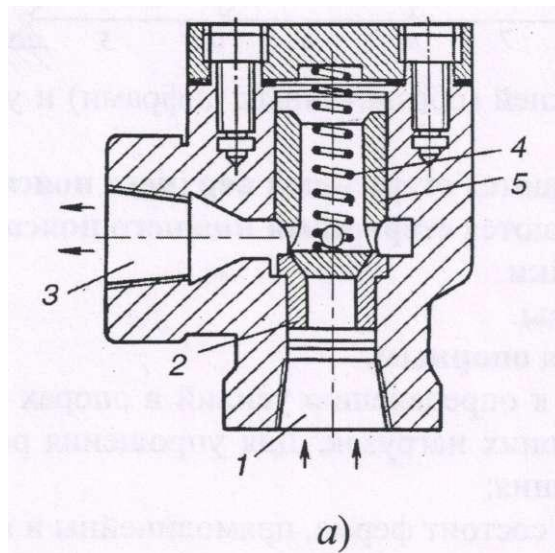
В этом случае в полостях 6, 7 и 8 будет одинаковое давление, равное P_1 , полость 10 соединена с полостью 11, а жидкость свободно протекает через клапан. Редуцирования давления при этом не происходит. При настройке пружины 4 на давление $P_2 < P$ шариковый клапан откроется и жидкость в небольшом количестве из полости 6 будет поступать на слив. В капиллярном канале 9 золотника создается течение жидкости с потерей в нем давления на преодоление гидравлических сопротивлений. В результате давление в полости 6 упадет и золотник поднимется вверх, уменьшив площадь живого сечения между полостями 10 и 11.

Это в свою очередь вызовет понижение давления в полостях 11, 8 и 7, опускание золотника и увеличение площади живого сечения между полостями 10 и 11. Процесс повторится снова, и золотник, совершая колебательные движения, установится на определенной высоте. Всякое изменение давления на входе или выходе клапана вызывает ответное перемещение золотника. В конечном итоге за счет изменения дросселирования давление на выходе клапана поддерживается постоянным. В этом клапане полость 7 и узкий канал, соединяющий полость с выходом клапана, оказывают демпфирующее влияние на золотник, уменьшая его колебания.

6.3 Обратные гидроклапаны

В соответствии со своим назначением обратный клапан должен быть герметичным в закрытом положении, т.е. в исходном положении запорно-регулирующего элемента. Для достижения абсолютной герметичности в закрытом положении применяют обратные клапаны с двумя или тремя последовательно соединенными запорно-регулирующими элементами.

Пружина обратных клапанов нерегулируемая, ее сила натяжения должна обеспечивать лишь преодоление сил трения и инерцию, а также быстрое возвращение в исходное положение запорно-регулирующего элемента.



а - конструкция; б - условное обозначение

Рисунок 6.6 - Обратный клапан типа Г51

Обратный клапан Г51 (рис. 6.6) имеет конусный запорно-регулирующий элемент 5. При подводе рабочей жидкости к отверстию 1 запорно-регулирующий элемент 5 поднимается над седлом 2, преодолевая силу натяжения пружины 4. Жидкость свободно проходит к отверстию 3. При изменении направления потока рабочей жидкости запорно-регулирующий элемент 5 прижат к седлу и блокирует отверстие 1.

В гидросистемах многих мобильных машин обратные клапаны с шариковым рабочим органом применяют в блокировочном устройстве резиновых шлангов (рис.6.7).

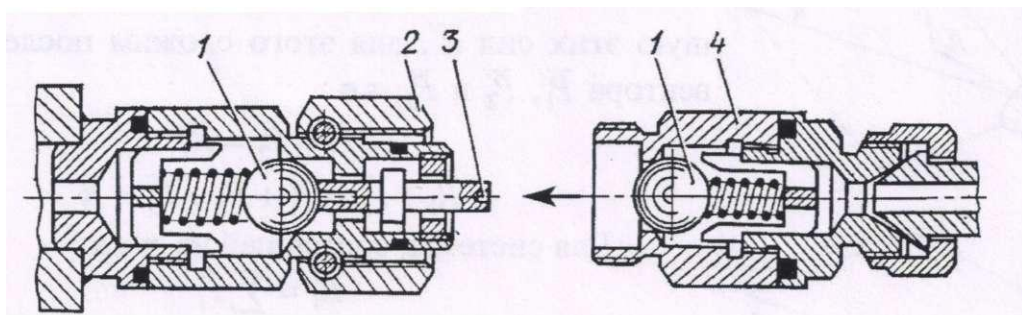


Рисунок 6.7 - Блокировочное устройство

Блокировочное устройство имеет подпружиненные шарики 1, которые при разъединении трубопроводов блокируют поток. При соединении труб путем навинчивания гайки 2 на штуцер 4 толкатель 3 отжимает шарики от их седел, позволяя жидкости свободно проходить через устройство.

В гидроприводе обратные клапаны применяют: как подпорные; для создания нерегулируемого противодействия в сливной магистрали гидродвигателя; для блокировки вертикально расположенного поршня от самопроизвольного опускания при выключенном приводе; для неуправляемого пропуска рабочей жидкости в одном направлении и управляемого в другом (совместно с дросселем); для исключения утечек жидкости из гидросистемы при демонтаже и т.д. Как конструктивный элемент обратный клапан включен в конструкцию разделительных панелей, напорных клапанов, дросселей и регуляторов потока, в золотники с гидравлическим управлением, в насосы и гидравлические двигатели, в гидрозамки и т.д.

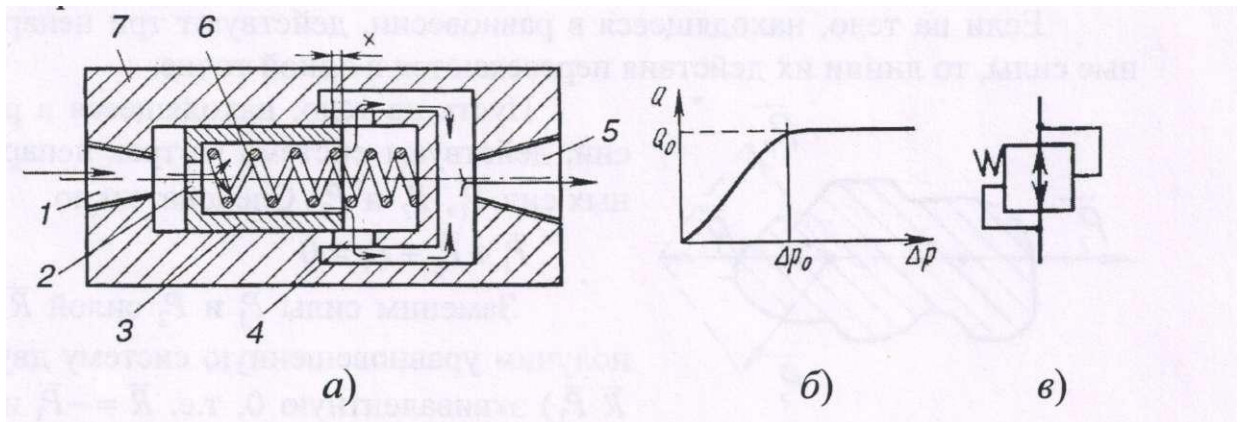
6.4.Ограничители расхода

Принципиальная схема ограничителя расхода приведена на рис.6.8, а. Он состоит из подвижного поршня 3 и нерегулируемой пружины 6, помещенных внутри корпуса 7. В поршне имеется калибровочное отверстие 2 (нерегулируемый дроссель), а корпусе - окна 4. В сочетании с поршнем 3 окна 4 представляют собой регулируемый дроссель. В исходном положении пружина стремится передвинуть поршень в крайнее левое положение и открыть окна 4.

При включении ограничителя расхода в гидросистему жидкость поступает в отверстие 1 и далее проходит через дроссель 2 и окна 4 к отверстию 5.

При достижении жидкости через ограничитель расхода у дросселя 2 создается перепад давлений. При увеличении расхода перепад давлений увеличивается и поршень перемещается вправо, частично или полностью пере-

крывая окна 4. Когда расход в гидросистеме уменьшится, перепад давлений также уменьшится и поршень переместится влево, увеличив открытие окон.

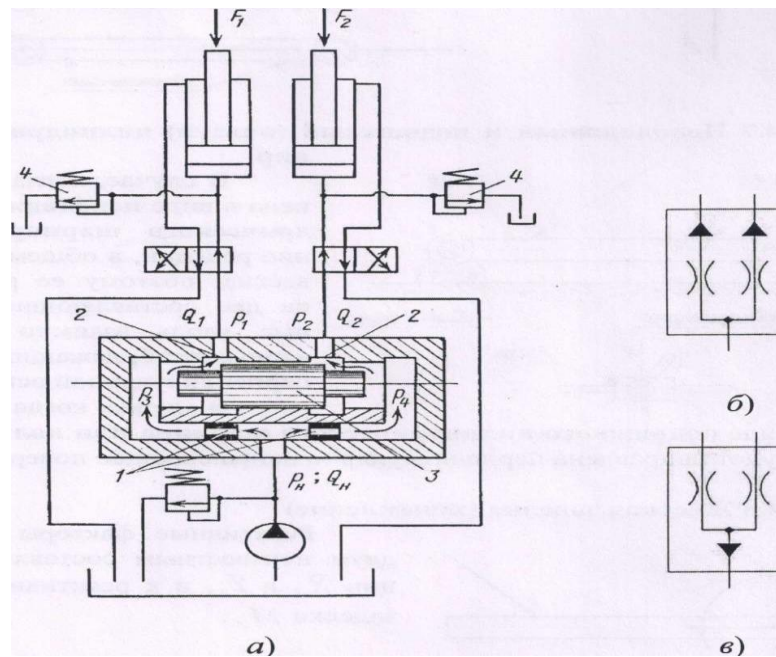


а - принципиальная схема; б - зависимость $Q=J[\Delta P]$; в - условное обозначение

Рисунок 6.8 - Ограничитель расхода

При значении перепада давления $\Delta P < \Delta P_0$ расход жидкости через ограничитель расхода будет зависеть от ΔP . При $\Delta P > \Delta P_0$ расход жидкости станет предельным и равным Q_0 (см.рис.6.8, б).

6.5.Делители (сумматоры) потока



а - принципиальная схема; б - условное обозначение; в - условное обозначение сумматора потока

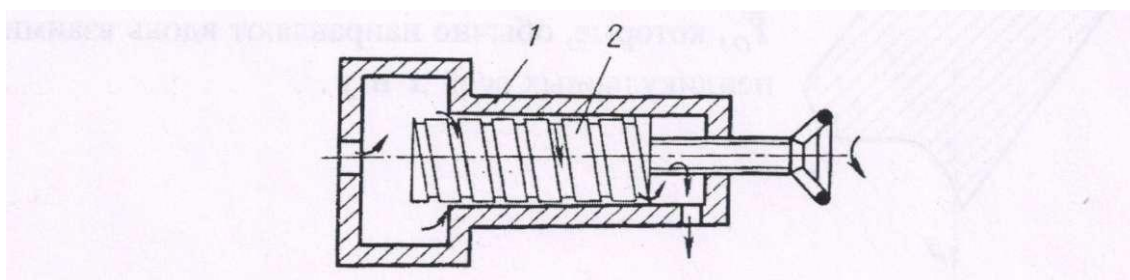
Рисунок 6.9 - Делитель потока

Делитель потока (рис.6.9) состоит из двух нерегулируемых дросселей 1 и двух дросселей 2, проходные сечения которых могут автоматически изменяться благодаря перемещению плунжера 3. При равенстве нагрузок ($F_1 = F_2$) и площадей поршней гидроцилиндров давление $P_1 = P_2$, перепад давлений $\Delta P = (P_3 - P_4) = 0$, плунжер 3 делителя занимает среднее положение, а расходы в обеих линиях одинаковые. Если нагрузка на один из любых гидродвигателей изменится, то под действием возникшего перепада давлений у плунжера делителя он начнет смещаться из среднего положения, изменяя одновременно проходные сечения дросселей 2. Перемещение прекратится, когда давления P_3 и P_4 выровняются. В этом положении плунжера расходы в обеих ветвях будут одинаковыми. Таким образом, поддержание равенства расходов в обеих ветвях осуществляется за счет дросселирования потока в той ветви, где гидродвигатель нагружен меньше.

Делитель потока может также быть и *сумматором потока* (рис.6.9, в). В этом случае в подводимых к нему двух трубопроводах поддерживается постоянный расход рабочей жидкости.

6.6. Дроссели и регуляторы расхода

Дроссели выполняются по двум принципиальным схемам.



1 - корпус; 2 – винт

Рисунок 6.10 - Линейный дроссель

Линейные дроссели, в которых потери давления пропорциональны расходу жидкости. В таких дросселях потери давления определяются потерями давления по длине. Изменяя длину канала, по которому движется жидкость, можно изменить потери давления и расход через дроссель

Примером линейного дросселя служит гидроаппарат с дроссельным каналом (рис.6.10).

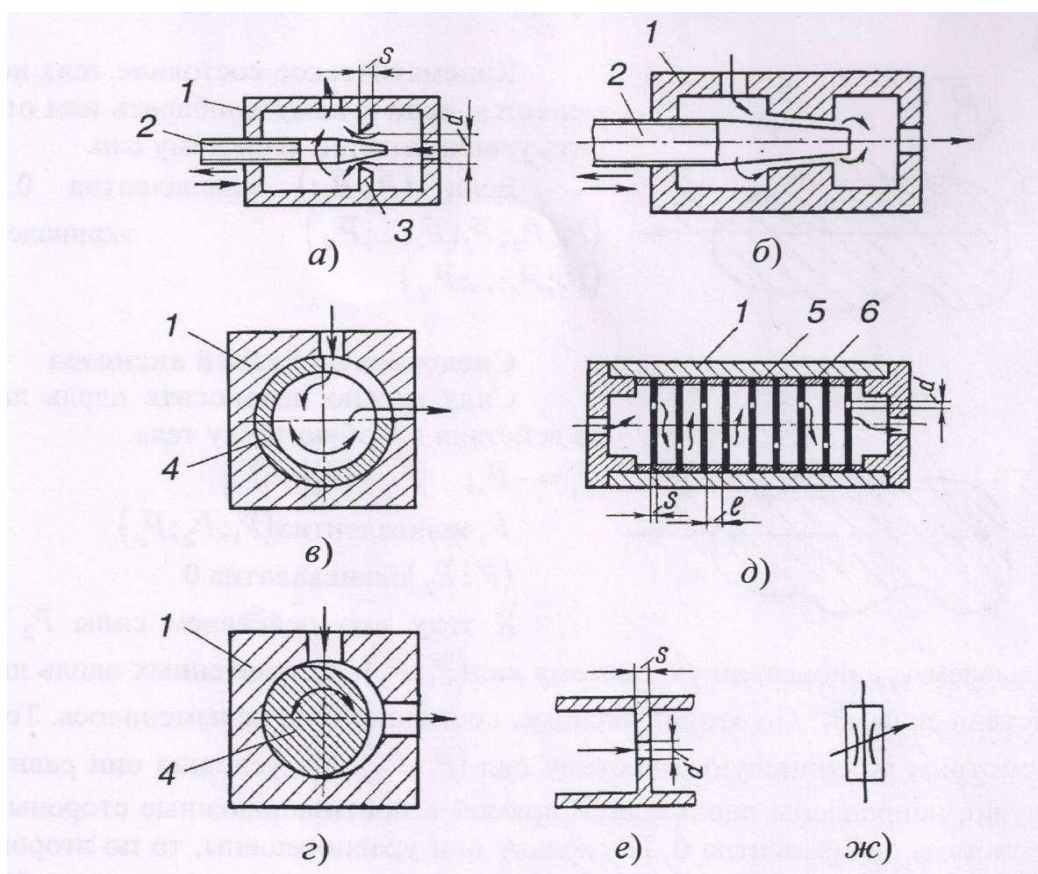
В этом дросселе жидкость движется по винтовой прямоугольной канавке, длину которой можно изменять поворотом винта. Площадь живого сечения и длину канала устанавливают из условия получения в дросселе требуемого перепада давлений и исключения засоряемости канала механическими примесями, содержащимися в рабочей жидкости. В таких дросселях за счет увеличения длины канала можно увеличить площадь его живого сечения, исключив тем самым засорения дросселя во время его работы.

Нелинейные дроссели характеризуются тем, что режим движения жидкости через них турбулентный, а перепад давлений практически пропорционален квадрату расхода жидкости, поэтому такие дроссели часто называют *квадратичными*. В них потери давления определяются деформацией потока жидкости и вихреобразованиями, вызванными местными сопротивлениями. Изменение перепада давлений, а, следовательно, и изменение расхода жидкости через такие дроссели достигается изменением или площади проходного сечения, или числа местных сопротивлений.

В регулируемых (рис.6.11, а, б, в, г) и нерегулируемых (рис.6.11, д, е) нелинейных дросселях длина пути движения жидкости сведена к минимуму, благодаря чему потери давления и расход практически не зависят от вязкости жидкости и изменяются только при изменении площади рабочего проходного сечения. Максимальную площадь устанавливают из условия пропускания заданного расхода жидкости через полностью открытый дроссель, минимальную - из условия исключения засоряемости рабочего окна.

В пластинчатых дросселях (рис.6.11, е) сопротивление зависит от диаметра отверстия, которое, однако, можно уменьшить лишь до определен-

ного предела ($d_{\min} > 0,5$ мм), ограничиваемого засоряемостью во время работы такого дросселя. Для получения большого сопротивления применяют пакетные дроссели с рядом последовательно соединенных пластин (рис.6.11, д). В таких дросселях расстояние между пластинами l должно быть не менее $(3...5)d$, а толщина пластин s не более $(0,4... 0,5)l$.



a - игольчатого; *б* - комбинированного; *в* - пробкового щелевого; *г* - пробкового эксцентричного; *д* - пластинчатого пакетного; *е* - пластинчатого; *ж* - условное обозначение регулируемого дросселя; 1 - корпус; 2 - игла; 3 - диафрагма; 4 - пробка; 5 - пластина; 6 – втулка

Рисунок 6.11 - Принципиальные схемы нелинейных дросселей

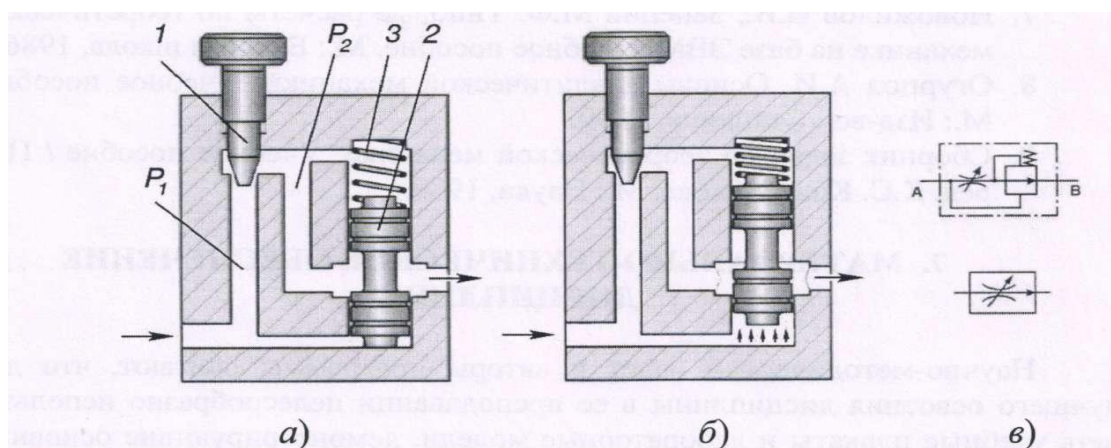
К нелинейным дросселям относятся также и *комбинированные дроссели*, в которых потери давления подлине и местные потери соизмеримы между собой по величине и в равной мере оказывают влияние на расход жидкости через дроссель (рис.6.11, б). На характеристику комбинированных дросселей

влияет вязкость рабочих жидкостей. Поэтому такие дроссели целесообразно применять в гидросистемах, в которых температура рабочей жидкости изменяется в небольших пределах.

Причиной облитерации рабочего окна может быть не только недостаточная очистка рабочей жидкости, но и адсорбция поляризованных молекул рабочей жидкости на стенках щели. Адсорбируемые молекулы образуют многорядный слой, толщина которого может достигать 10 мкм. Этот слой способен сопротивляться значительным нормальным и сдвигающим нагрузкам. В конечном итоге происходит постепенное уменьшение площади живого сечения рабочего окна, а при малых значениях со и полное его зарастивание. Соответственно уменьшается до нуля и расход жидкости через дроссель. При страгивании с места запорного элемента дросселе адсорбционный слой молекул разрушается, а первоначальный расход восстанавливается. Недостатком дросселей является неравномерность расхода, вызванная изменением перепада давлений у дросселя.

Расход жидкости через регулятор устанавливается дросселем 1, а постоянство перепада давления на дросселе - редукционным клапаном 2 (рис.6.13). При увеличении расхода Q через дроссель увеличивается перепад давлений

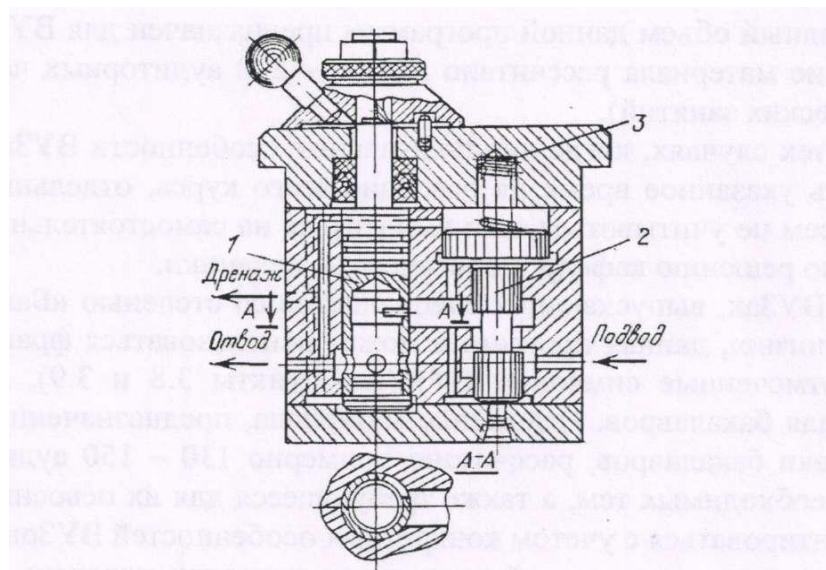
При увеличении расхода Q через дроссель увеличивается перепад давлений $\Delta P = P_1 - P_2$, который вызывает смещение вверх запорно-регулирующего элемента клапана. Проходное сечение уменьшается, и при этом расход на



б - схема и принцип действия; в - условное обозначение; 1 - дроссель; 2 - редукционный клапан; 3 - пружина

Рисунок 6.13 - Регулятор расхода

выходе из регулятора будет уменьшен.



1- дроссель; 2-редукционный клапан; 3 – пружина

Рисунок 6.14 - Регулятор расхода Г55-21

Благодаря постоянству перепада давлений у дросселя расход жидкости через регулятор и скорость движения выходного звена гидродвигателя не изменяются при изменении нагрузки.

6.7 Контрольные вопросы:

6.7.1 Типы гидроклапанов

6.7.2 Основные составляющие напорных клапанов прямого действия.

6.7.3 Что представляет собой блокирующее устройство?

6.7.4 Основные составляющие ограничителя расхода.

6.7.5 Условное обозначение ограничителя расхода.

6.7.6 Условное обозначение делителя потока.

6.7.7 Условное обозначение сумматора потока

6.7.8 Основные составляющие линейного дросселя

6.7.9 Условное обозначение регулируемого дросселя

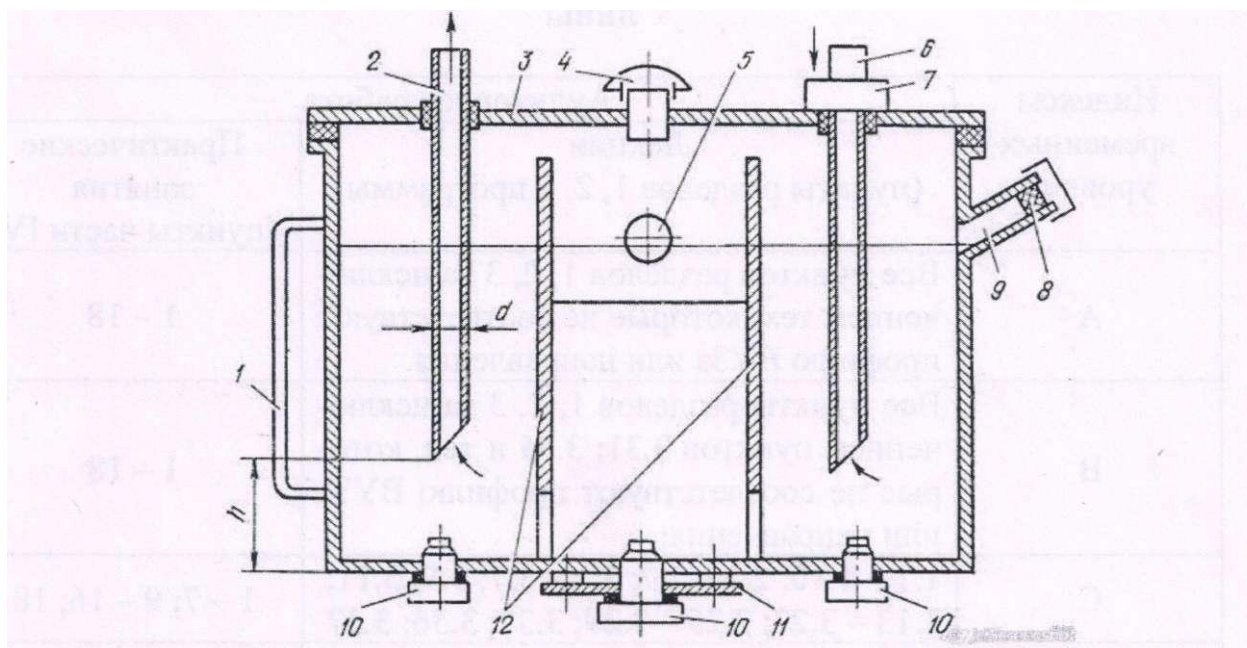
6.7.10 Недостаток дросселей

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ №7 «ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ГИДРОСИСТЕМ»

7.1. Гидробаки и теплообменники



1 - указатель масла; 2- всасывающая труба; 3 - крышка; 4 - сапун; - глазок; 6 - сливная труба; 7- фильтр; 8 — сетчатый фильтр (ячейки 0,1x0,1 мм); 9 - заливное отверстие; 10- магнитная пробка; 11 - крышка для слива РЖ; 12- перегородки (успокоители)

Рисунок 7.1 - Гидробак

Гидробаки изготавливают сварными из листовой стали толщиной 1-2 мм или литыми из чугуна. Форма гидробаков чаще всего прямоугольная. Внутри гидробака имеются перегородки 12, которыми всасывающая труба отделена от сливной 6. Кроме того, перегородки удлиняют путь циркуляции рабочей жидкости, благодаря чему улучшаются условия для пеногашения и оседания на дно гидробака примесей, содержащихся в рабочей жидкости. Лучшему выделению воздуха из рабочей жидкости способствует мелкая сетка, поставленная в гидробаке под углом. Для выравнивания уровня жидкости

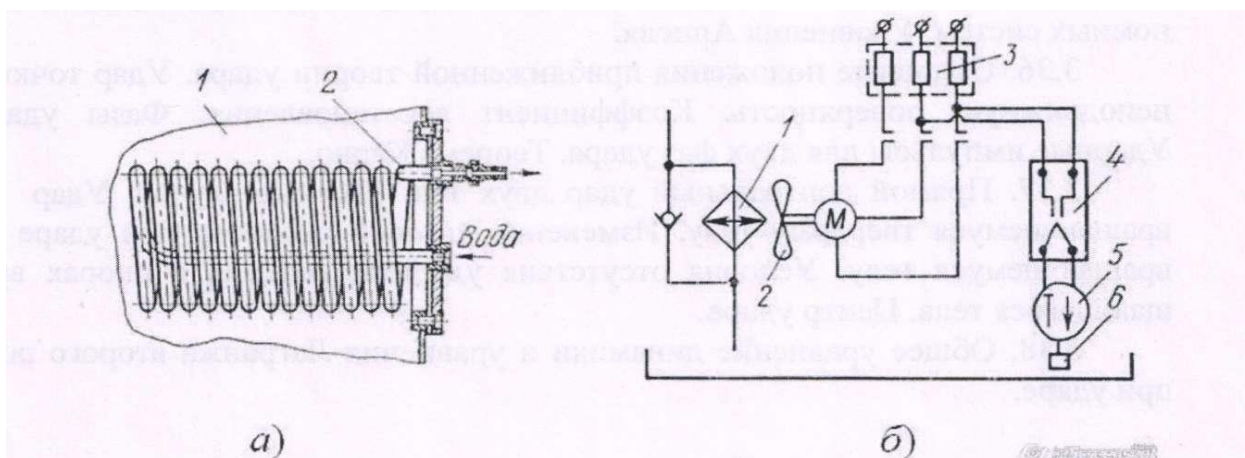
в гидробаке перегородки имеют отверстия на высоте 50... 100 мм от дна. Заливку рабочей жидкости производят через отверстие 9 с сетчатым фильтром 8, имеющим ячейки размером не более 0,1x0,1 мм. Отверстие для заливки закрывают пробкой. Для контроля уровня рабочей жидкости в гидробаке служат указатель 1 или смотровой глазок 5.

Для выравнивания давления над поверхностью жидкости в баке с атмосферным давлением служит сапун 4. Возможны случаи, когда давление в гидробаке отличается от атмосферного (избыточное давление или вакуум).

Сливную и всасывающую трубы устанавливают на высоте $h = (2... 3)d$ от дна бака, а концы труб скашивают под углом 45° . При этом скос сливной трубы направлен к стенке, а всасывающей - от стенки. Такое расположение концов труб уменьшает смешивание жидкости с воздухом, взмучивание осадков и попадание примесей во всасывающую гидролинию. В верхней части сливной трубы может быть установлен фильтр.

Дно гидробака имеет отверстие с крышкой 11 для спуска рабочей жидкости, периодической очистки и промывки гидроемкости. На дне также могут быть установлены магнитные пробки 10 для задержания металлических примесей. Крышка 3 бывает съемной. С гидробаком она соединяется через уплотнитель из маслостойкой резины.

Конструктивно теплообменник представляет собой змеевик 2 из стальной трубы (рис.7.2, а), размещенной в гидробаке 1.



а- с водяным охлаждением; 1 - бак; 2 - змеевик; б - с воздушным охлаждением; 1 -радиатор; 2 - вентилятор; 3 - магнитный пускатель; 4 - реле; 5 - терморегулятор; 6- датчик температуры

Рисунок 7.2 - Теплообменники

Теплообменники с водяным охлаждением целесообразно применять в гидроприводах стационарных машин, работающих в тяжелых условиях.

Теплообменники с воздушным охлаждением выполняют по типу автомобильных радиаторов или в виде труб, оребренных для увеличения поверхности теплопередачи. Для увеличения эффективности теплопередачи поверхность теплообменника обдувается воздухом от вентилятора.

Для поддержания постоянной температуры рабочей жидкости может быть применен автоматический терморегулятор (рис.7.2, б). При повышении температуры рабочей жидкости реле 4 терморегулятора 5 замыкает цепь магнитного пускателя 3 электродвигателя, на валу которого установлен вентилятор 2. Поток воздуха обдувает теплообменник 1. При уменьшении температуры ниже заданного уровня электродвигатель вентилятора отключается. Терморегулятор работает от датчика температуры 6.

7.2. Фильтры

Примеси задерживаются фильтрами (рис.7.3), принцип работы которых основан на пропуске жидкости через фильтрующие элементы (щелевые, сетчатые, пористые) или через силовые поля (сепараторы). В первом случае примеси задерживаются на поверхности или в глубине фильтрующих элементов, во втором рабочая жидкость проходит через искусственно создаваемое магнитное, электрическое, центробежное или гравитационное поле, где происходит оседание примесей.

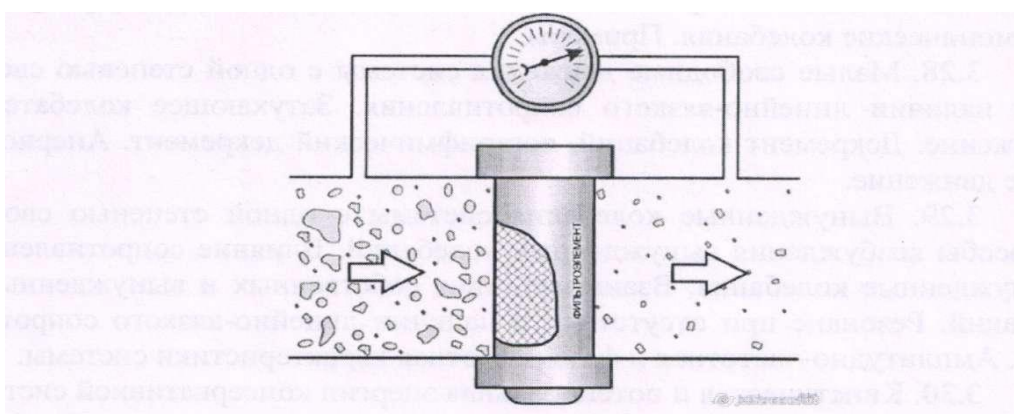
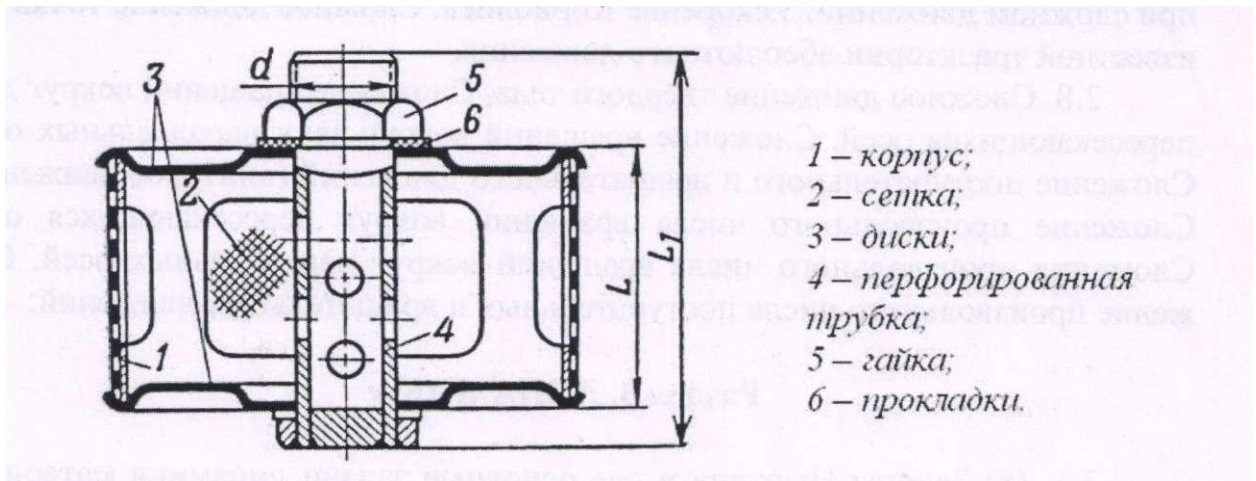


Рисунок 7.3 - Схема фильтрации рабочей жидкости

Конструкции фильтров.

На рис.7.4. изображена конструкция сетчатого фильтра. Фильтр состоит из корпуса 1 с отверстиями для пропуски рабочей жидкости и обтянутого двумя слоями сетки 2. Торцевые поверхности фильтра закрыты двумя дисками 3. Через центральные отверстия дисков проходит стальная перфорированная труба 4, соединяемая с всасывающей трубой насосной установки.



1 - корпус; 2 –сетка; 3 – диски; 4 – перфорированная трубка; 5 - гайка; 6 – прокладки.

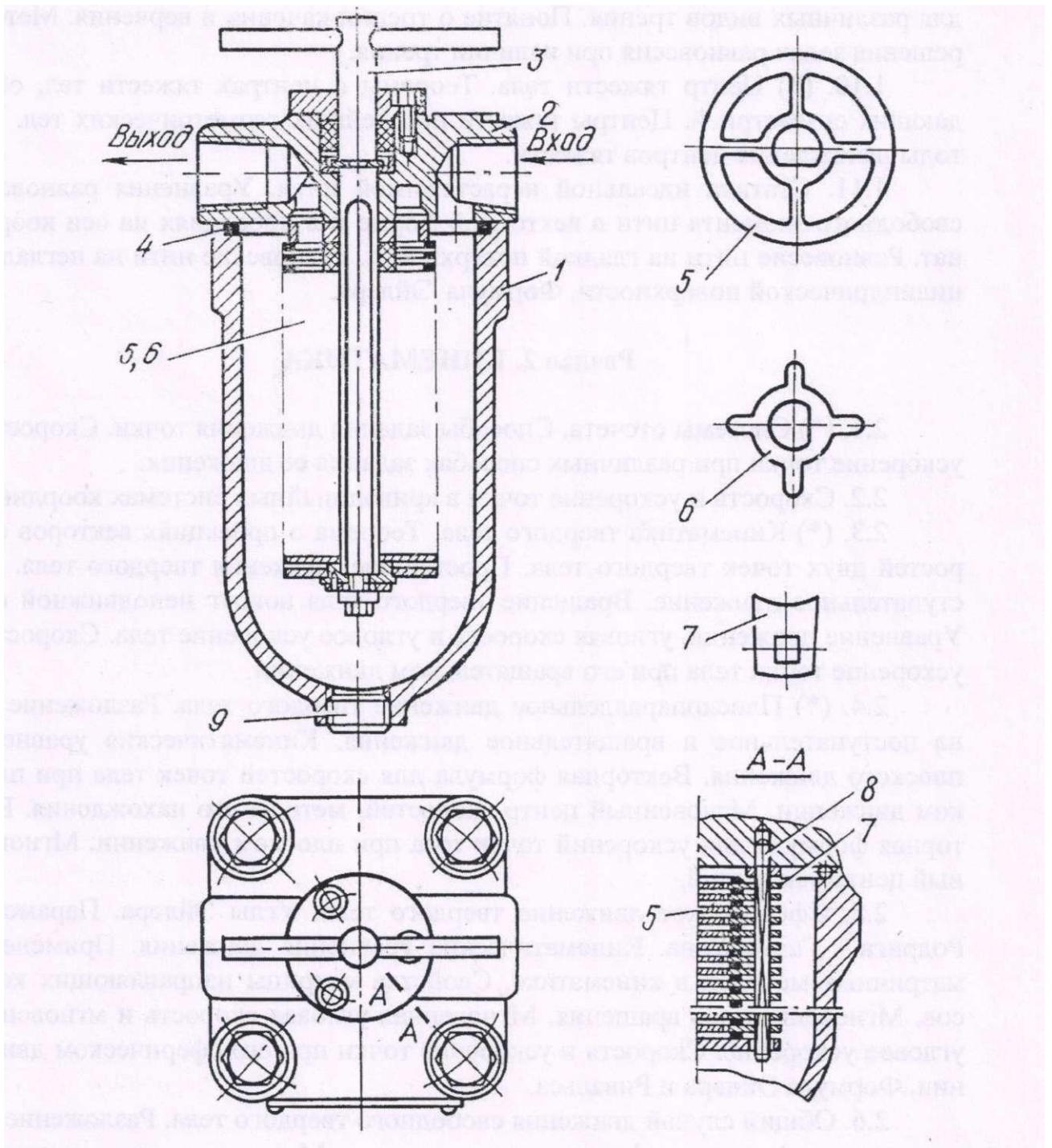
Рисунок 7.4 - Сетчатый фильтр

Проволочные фильтры имеют аналогичную конструкцию. Они состоят из трубы с большим количеством радиальных отверстий или пазов, на наружной поверхности которой навивается калибровочная проволока круглого или трапециевидного сечения. Зазор между рядами проволок определяет тонкость фильтрации рабочей жидкости (до 0,05 мм). Недостаток сетчатых и проволочных фильтров - трудность очистки фильтрующих элементов от скопившихся на их поверхности загрязнений.

Пластинчатые (щелевые) фильтры устанавливают на напорных и сливных гидрелиниях гидросистем. Пластинчатый фильтр типа Г41 (рис.7.5) состоит из корпуса 7, крышки 2 и оси 3, на которой закреплен пакет фильтрующих элементов. Крышка, имеющая отверстия для подвода и отвода жидкости, крепится к корпусу болтами, а стык между ними уплотняется резиновым кольцом 4. Пакет фильтрующих элементов состоит из набора основных 5 и промежуточных пластин 6. Жидкость поступает в корпус фильтра и через щели между основными и промежуточными пластинами попадает во внутреннюю полость фильтра, образованную вырезами в основных пластинах. При протекании жидкости через щели содержащиеся в ней механические примеси задерживаются. Тонкость очистки зависит от толщины проме-

жуточных пластин. В процессе эксплуатации фильтра щели засоряются. Для очистки служат скребки 7, укрепленные на шпильке 8. При повороте рукояткой оси 3 скребки, помещенные между основными и промежуточными пластинами, очищают слой загрязнений на входе в щели. При скапливании загрязнений на дне корпуса производится их удаление через отверстие в нижней части корпуса 9. Такой сравнительно простой способ очистки является достоинством пластинчатых фильтров.

Пластинчатые фильтры Г41 выпускают на расход до 70 л/мин при перепаде давлений 0Д и 0,2 МПа. В зависимости от типоразмера фильтров наименьший размер задерживаемых частиц составляет 0,08, 0,12 и 0,2 мм.



1 - корпус; 2 — крышка; 3 - ось; 4 - резиновое кольцо; 5 - основные пластины
 6 - промежуточные пластины; 7- скребки; 8 - шпилька; 9 - пробка.

Рисунок 7.5 - Пластинчатый фильтр типа Г41

Фильтры с картонными и тканевыми элементами:

Схема такого фильтра с комбинированным элементом, состоящим из элементов тонкой 2 и грубой 1 очистки, представлена на рис.7.6. До открытия перепускного клапана 3 жидкость последовательно проходит через оба элемента (рис.7.6, а). При засорении элемента тонкой очистки открывается перепускной клапан 3, и жидкость через элемент грубой очистки поступает к выходному штуцеру, минуя элемент тонкой очистки (рис.7.6, б).

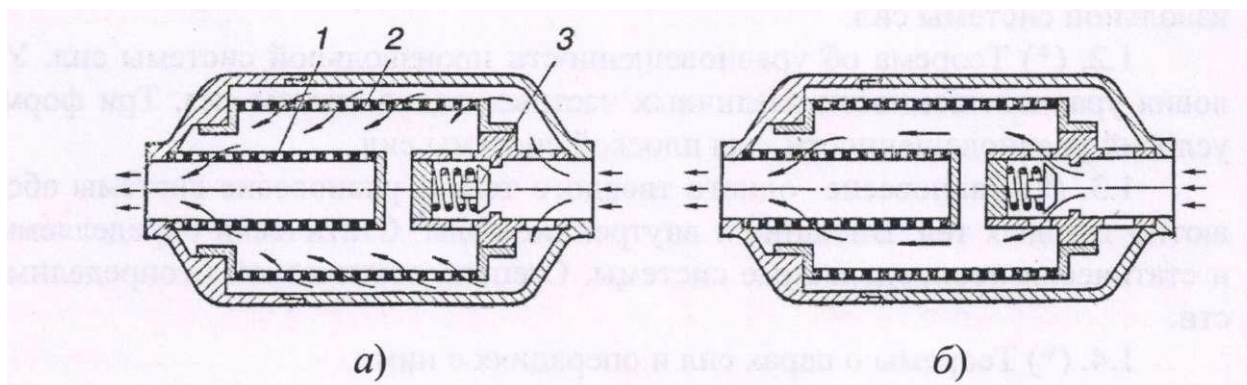


Рисунок 7.6 - Комбинированный фильтр из элементов грубой и тонкой очистки

Бумажный элемент обычно выполняется в виде цилиндра, стенки которого для увеличения фильтрующей поверхности собирают в складки той или иной формы (рис.7.7).

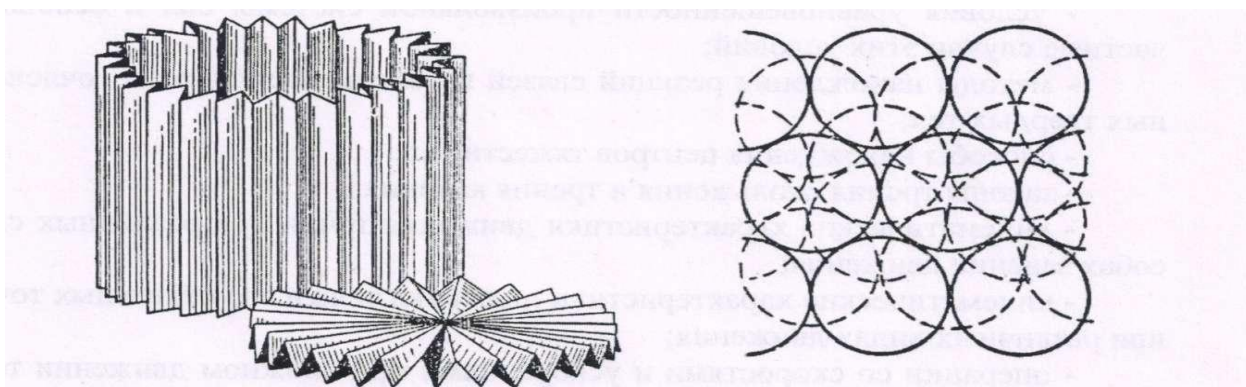


Рисунок 7.7 - Бумажный фильтроэлемент

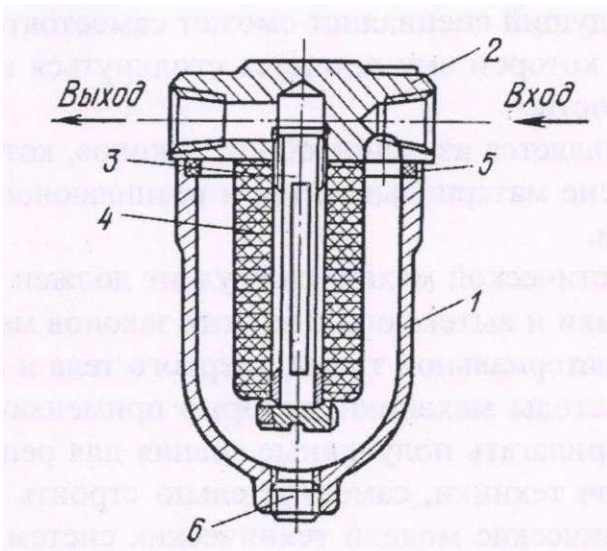
Рисунок 7.8 - Структура фильтроматериала из спеченных шариков

Широко распространены фильтры глубинного типа с наполнителями из пористых металлов и керамики, получаемые путем спекания металлических и неметаллических порошков. Схема пористой структуры металлокерамического фильтроматериала представлена на рис.7.8. Жидкость очищается, протекая по длинным и извилистым каналам между шариками.

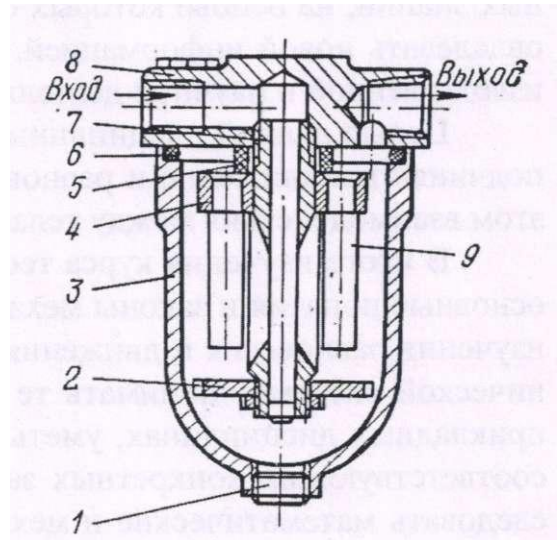
Войлочные фильтры (рис.7.9) состоят из корпуса 1, крышки 2 с отверстиями для подвода и отвода рабочей жидкости, перфорированной трубы 3 с закрепленными на ней фильтрующими элементами в виде войлочных колец 4.

Сепараторы имеют неограниченную пропускную способность при малом сопротивлении. Принцип их работы основан на пропуске рабочей жидкости через силовые поля, которые задерживают примеси. В качестве примера на рис.7.10 приведена конструкция магнитного фильтра С43-3, предназначенного для улавливания ферромагнитных примесей. Фильтр состоит из корпуса 3, крышки 8 с ввернутой в неё латунной трубой 7 и магнитного уловителя. Уловитель включает круглую шайбу 4 с шестью отверстиями, в которые запрессованы постоянные магниты 9. От крышки фильтра магниты изолированы фибровой прокладкой 5. В нижней части трубы укреплен латунная шайба 2, предназначенная для экранирования магнитного поля, создаваемого постоянными магнитами, и исключения его замыкания на корпус фильтра.

Содержащиеся в жидкости ферромагнитные примеси задерживаются на поверхности магнитов, а по мере необходимости удаляются из корпуса через отверстие, закрываемое пробкой 1.



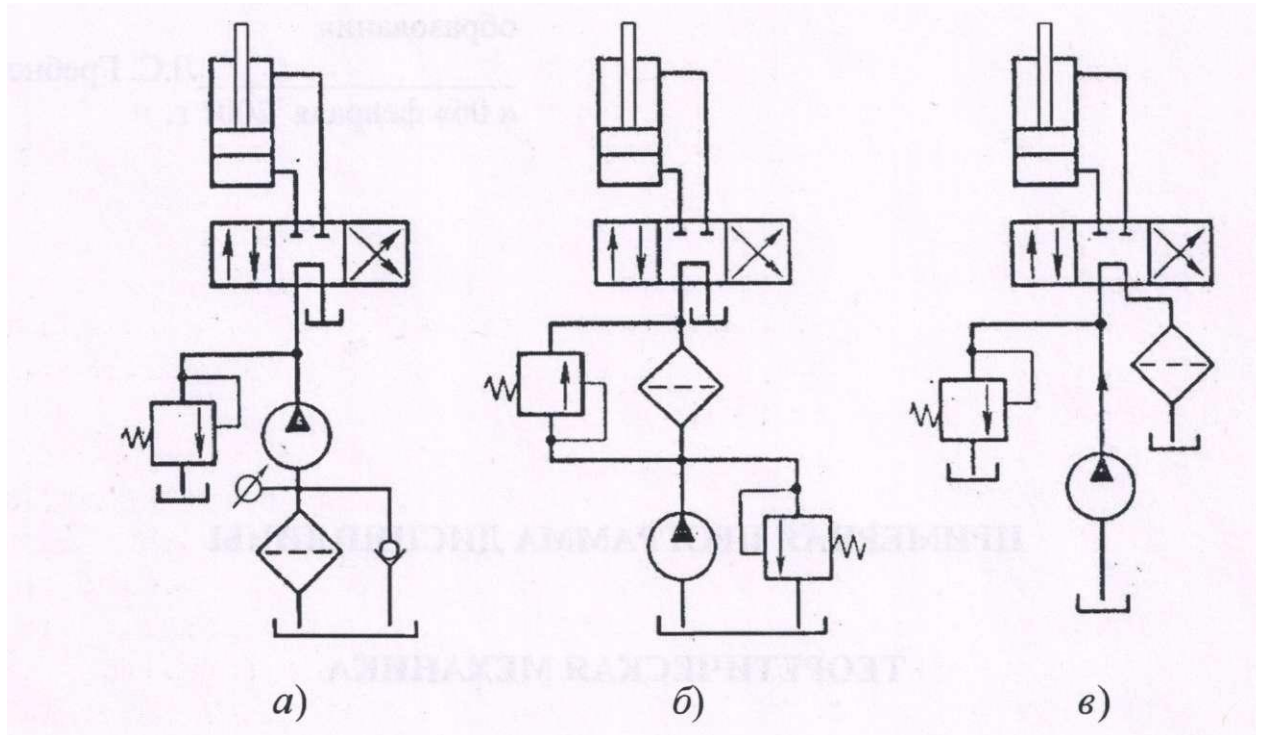
1 - корпус; 2 - крышка; 3 - перфорированная труба;
4 - фильтрующие элементы
Рисунок 7.9 - Войлочный фильтр
типа Г43



1 - пробка; 2 - латунная шайба;
3 - корпус; 4 - шайба; 5 - прокладка;
6 - уплотнение; 7 - латунная труба; 8 - крышка; 9 - магниты
Рисунок 7.10 - Магнитный фильтр
типа С43-3

Установка фильтров в гидросистему.

Установка возможна на всасывающей, напорной и сливной гидролиниях (рис.7.11), а также в ответвлениях.



а - на всасывающей гидролинии; б - в напорной гидролинии;
в - в сливной гидролинии

Рисунок 7.11 - Схемы включения фильтров

Установка фильтров на всасывающей гидролинии обеспечивает защиту всех элементов гидросистемы. Недостатки: ухудшатся всасывающая способность насосов и возможно появление кавитации. Дополнительно устанавливают индикатор, выключающий привод насоса совместно с обратным клапаном, включающимся в работу при недопустимом засорении (рис.7.11, а).

Установка фильтров в напорной гидролинии обеспечивает защиту всех элементов, кроме насоса. Засорение может вызвать разрушение фильтрую-

щих элементов. Для этого устанавливают предохранительные клапаны (рис.7.11, б).

Установка фильтров на сливной гидролинии наиболее распространена, так как фильтры не испытывают высокого давления, не создают дополнительного сопротивления на всасывающей и напорной гидролинии и задерживают все механические примеси, содержащиеся в рабочей жидкости, возвращающейся в гидробак. Недостаток такой схемы заключается в создании подпора в сливной гидролинии, что не всегда является желательным.

Установка на ответвлениях не обеспечивает полной защиты, но уменьшает общую загрязненность рабочей жидкости. Монтируется как дополнительная очистка к основной очистке. Наиболее выгодна схема уста-

новки фильтра тонкой очистки в ответвлениях от сливной гидролинии.

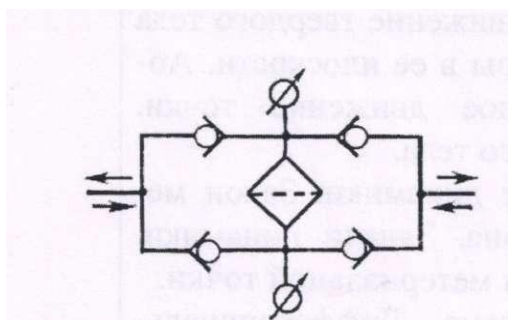


Рисунок 7.12 - Схема включения

фильтра на участке с реверсивным движением

При установке фильтров гидролинию с реверсивными потоками рабочей жидкости обратные клапаны обеспечивают пропуск жидкости через фильтр только в одном направлении (рис.7.12).

Контроль за работой фильтров осуществляется по манометрам. Увеличение перепада давлений свидетельствует о засоренности фильтра и, следовательно, о необходимости замены или промывки фильтрующих элементов.

Уплотнение неподвижных соединений

В неразъемных соединениях герметичность достигается пайкой и сваркой деталей.

В разъемных соединениях утечки устраняются несколькими способами: путем деформации уплотняемых поверхностей внешней силой; взаимной приработкой уплотняемых поверхностей; заполнением микронеровностей на уплотняемых поверхностях различными заполнителями (прокладки из картона, кожи, резины и т.д.). При этом при всех способах между соединяемыми деталями должно быть создано контактное давление (путем затяжки крепежными элементами), превышающее максимальное рабочее давление. Некоторые способы уплотнения неподвижных соединений мягкими прокладками и кольцами представлены на рис.7.13.

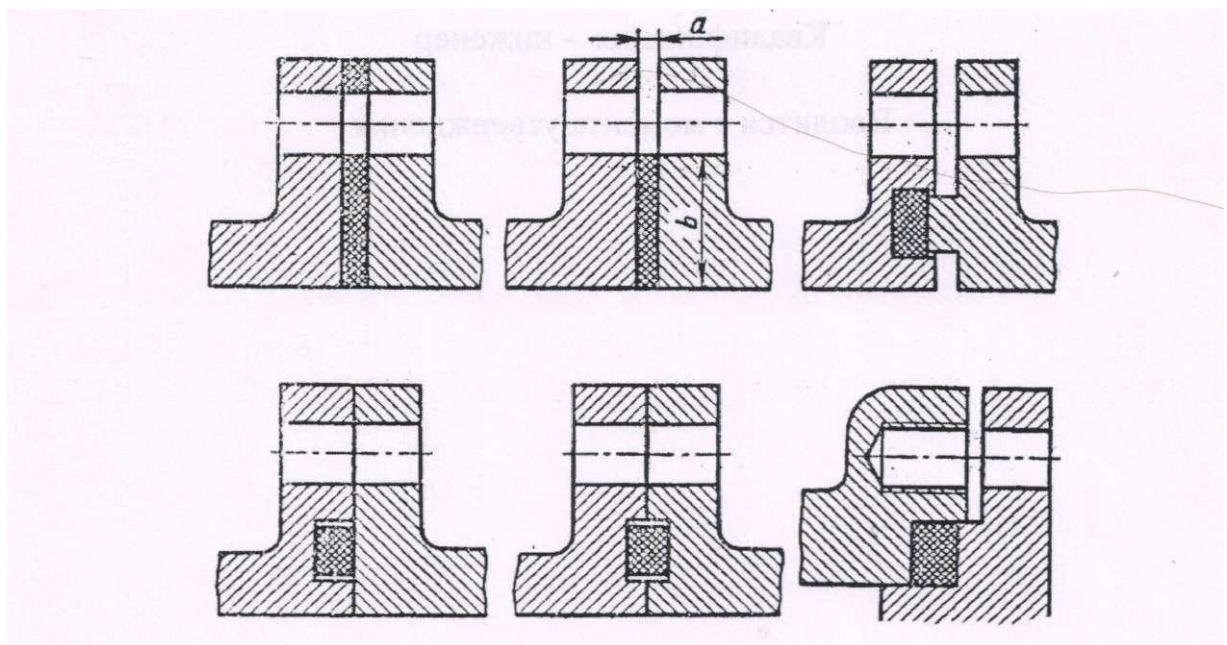


Рисунок 7.13 - Герметизация неподвижных соединений

Для изготовления прокладок применяют различные неметаллические и металлические эластичные материалы, способные компенсировать при затяжке соединения неровности и другие дефекты поверхностей уплотняемой пары.

Уплотнение подвижных соединений.

Уплотнение может быть бесконтактным (щелевым) или контактным (выполненным при помощи различных уплотнителей).

Щелевое уплотнение (рис. 7.14, а) распространено во многих гидроагрегатах (насосы, распределители и т.д.). Снижение утечек достигается за счет уменьшения зазора между подвижными деталями.

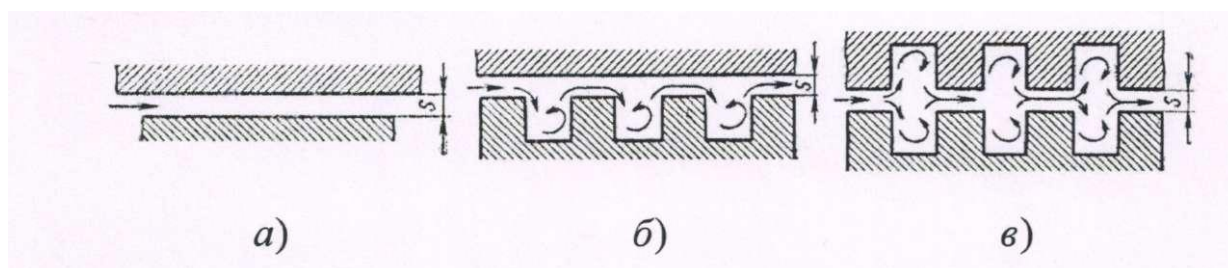


Рисунок 7.14 - Схемы уплотнений: а — щелевого; б, в-лабиринтного

Для повышения сопротивления щели при высоких Re , соответствующих турбулентному режиму течения на одной (рис.7.14, б) или обеих (рис.7.14, в) поверхностях, образующих щель, выполняют лабиринтные канавки, которые вследствие чередующегося изменения сечения щели повышают ее сопротивление.

Недостаток щелевого уплотнения - высокая стоимость изготовления сопрягаемых деталей и возможность облитерации щели.

Контактные уплотнения выполняются при помощи металлических и резиновых колец, набивочных уплотнений и манжет.

Уплотнение металлическими кольцами - одно из самых простых и долговечных уплотнений. Материал колец - серый чугун, бронза, текстолит, графит и металлографитовая масса. Стыки колец (рис.7.15) могут быть прямыми (при $P < 5$ МПа), косыми (при $P < 20$ МПа) и ступенчатыми (при $P > 20$ МПа). В ступенчатом замке (см. рис.7.15, г) часто одну из сопряженных поверхностей выполняют плоской, а вторую - несколько выпуклой, благодаря чему повышается удельное давление в стыке колец, способствующее повышению герметичности. Форма поперечного сечения прямоугольная. Число колец в уплотнении колеблется от 2 до 9, в зависимости от перепада давлений. Расстояние между кольцами на качество уплотнения не влияет.

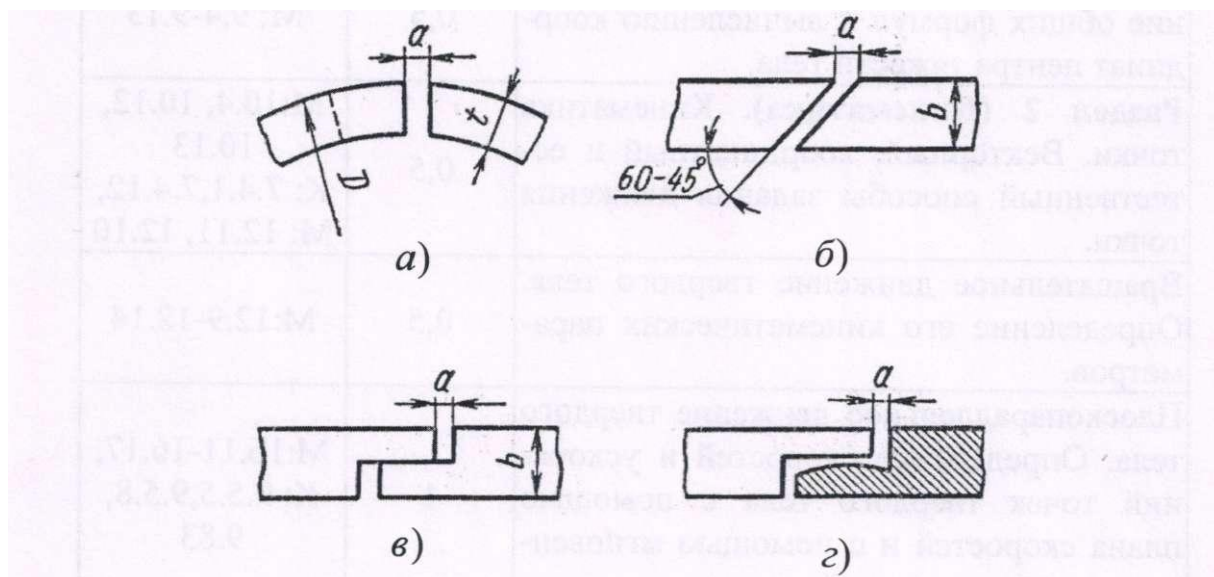


Рисунок 7.15 - Типы стыковых замков металлических колец: а - прямой; б - косо́й; в, г - ступенчатый

К недостаткам уплотнения металлическими кольцами относится необходимость точного изготовления деталей соединения, т.к. кольца не компенсируют микронеровности, овальность, конусность и т.п. Уплотнение из колец создает дополнительную силу трения. Уплотнение не является абсолютно герметичным и определяется как и при щелевом уплотнении.

Уплотнение резиновыми кольцами является простым, компактным и достаточно надежным. Уплотнение применяется при неподвижных (при $P < 30$ МПа) и подвижных соединениях (при $P < 20$ МПа). Диапазон температур $-50...+100^{\circ}\text{C}$. Герметичность достигается за счет монтажного сжатия резины и ее плотного прилегания к поверхности деталей (рис. 7.16). Материал - маслостойкая резина. Форма поперечного сечения круглая (предпочтительно) или прямоугольная (может скручиваться и вдавливаться в зазор). При уплотнении резиновыми кольцами утечки практически отсутствуют. На рис. 7.16 показана схема уплотнений резиновым кольцом круглого сечения. Размеры колец и канавок подбирают таким образом, чтобы при монтаже кольца в канавке (при нулевом обжатии) был сохранен боковой зазор $(a - d) = 0,2...0,25$ мм (рис. 7.16, а). При монтажном сжатии кольцо поджимается на величину $k = d - b$ (рис. 7.16, б). Таким предварительным сжатием кольца со-

здается герметичность соединений при нулевом и малом давлении жидкости. При наличии же давления кольцо, под его действием деформируясь у внешней стороны канавки, создает плотный контакт с уплотняемыми поверхностями (рис.7.16, в).

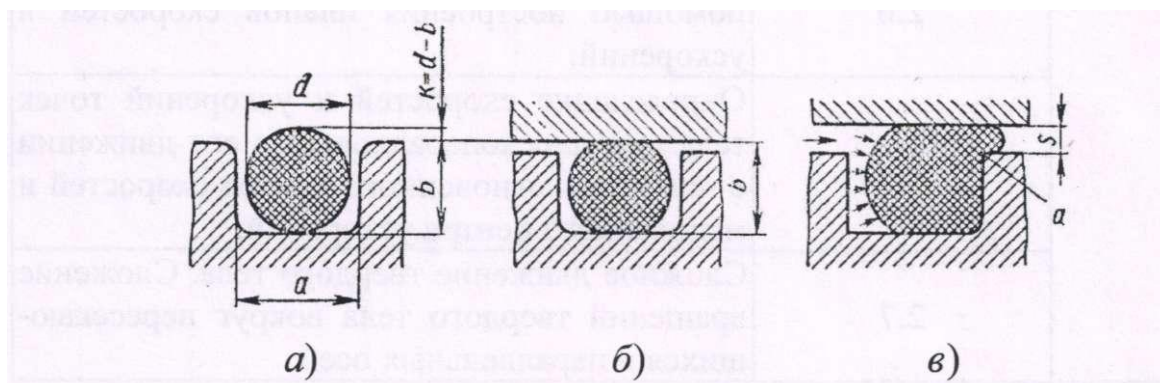


Рисунок 7.16 - Схемы уплотнения резиновым кольцом круглого сечения

Набивочные уплотнения (рис.7.17) применяют в гидравлических прессах, гидроцилиндрах, насосах и некоторой гидроаппаратуре. Материал - мягкие (хлопчатобумажные, пеньковые, асбестовые) набивки пропитанные коллоидным графитом, церезином, суспензией фторопласта или жиром, и твердые (металлические, пластмассовые) набивки. При сдавливании набивки 1 нажимной буксой 2 набивочный материал течет в радиальном направлении, образуя плотный контакт между камерой сальника и набивкой с одной стороны и подвижной деталью (штоком или валом) - с другой. Для компенсации износа набивочные сальники требуют периодической подтяжки. Сдавливание набивки происходит при помощи болтов (рис.7.17, а) или пружины (рис.7.17, б).

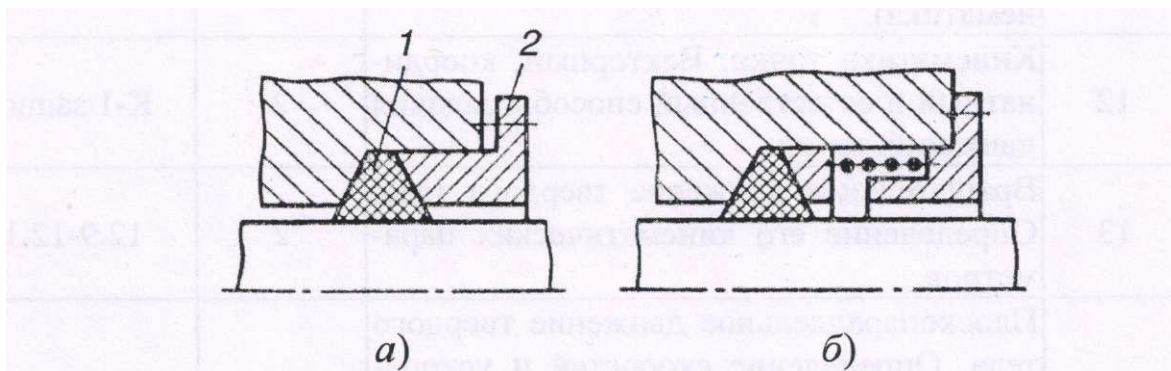


Рисунок 7.17 - Герметизация набивками и сдавливание набивки:
а — болтами; б - пружиной

Набивочные уплотнения используют при небольших давлениях (при $P < 5$ МПа). Срок службы мягких набивок до 800 часов.

Манжетное уплотнение применяют при P до 50 МПа, скоростях перемещения уплотняемых деталей до 20 м/с. Диапазон температур $-50...+100^{\circ}\text{C}$. Манжеты имеют шевронную и V-образную форму. Герметичность обеспечивается за счет деформации при монтаже и от давления рабочей жидкости (рис.7.18). Количество манжет зависит от диаметра и давления.

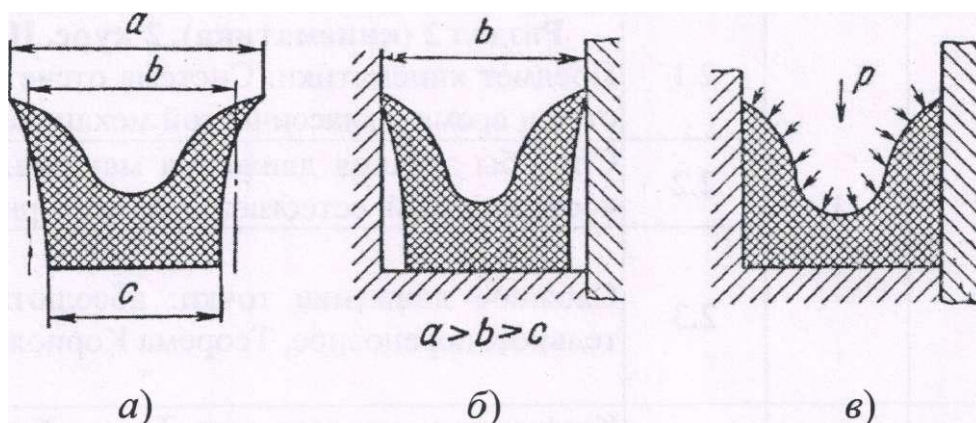


Рисунок 7.18 - Схема действия манжетного уплотнения:
а - манжета до монтажа; б - манжета в смонтированном виде без давления жидкости; в - манжета под давлением

Наиболее распространены U-образные (рис.7.19, а, в) и V-образные (шеvronные) манжеты (рис.7.19, г). Для уплотнения при давлении рабочей среды до 35 МПа применяют U-образные манжеты и при давлении до 50 МПа и выше - шевронные. Для сохранения формы манжету помещают при монтаже уплотнительного пакета между фасонными опорными 1 и распорными 2 кольцами (манжетодержателями) из металла или текстолита (рис.7.19, б).

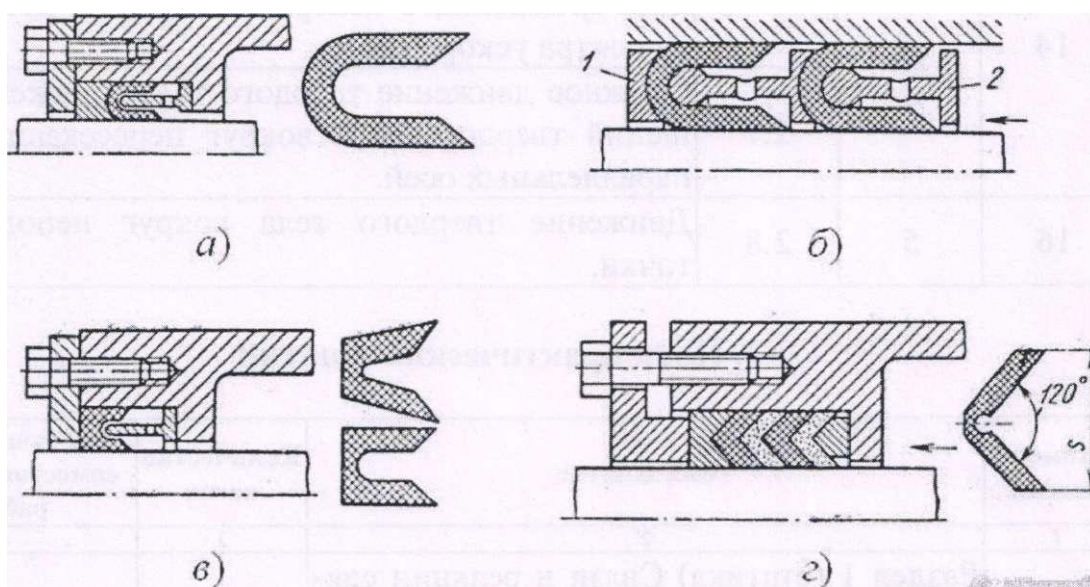
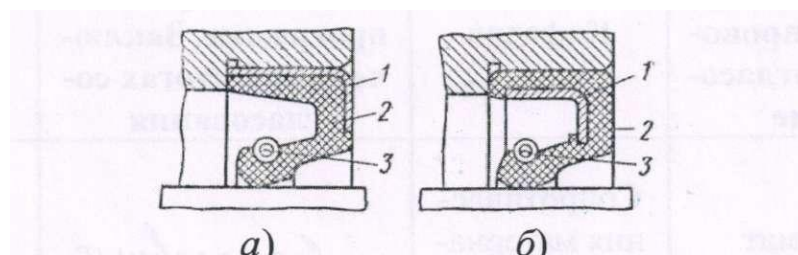


Рисунок 7.19 - Типовые формы манжет: а, в - U-образные; б-монтаж манжет; г - шевронные

Уплотнение (герметизация) вращающихся валов осуществляется при помощи армированных манжет (рис. 7.20), состоящих из металлического каркаса 1, манжеты 2 и спиральной пружины 3, обеспечивающей дополнительное прижатие манжеты к валу.



а - с наружным каркасом; б - с внутренним каркасом; 1 - металлический каркас; 2 - манжета; 3 – пружина

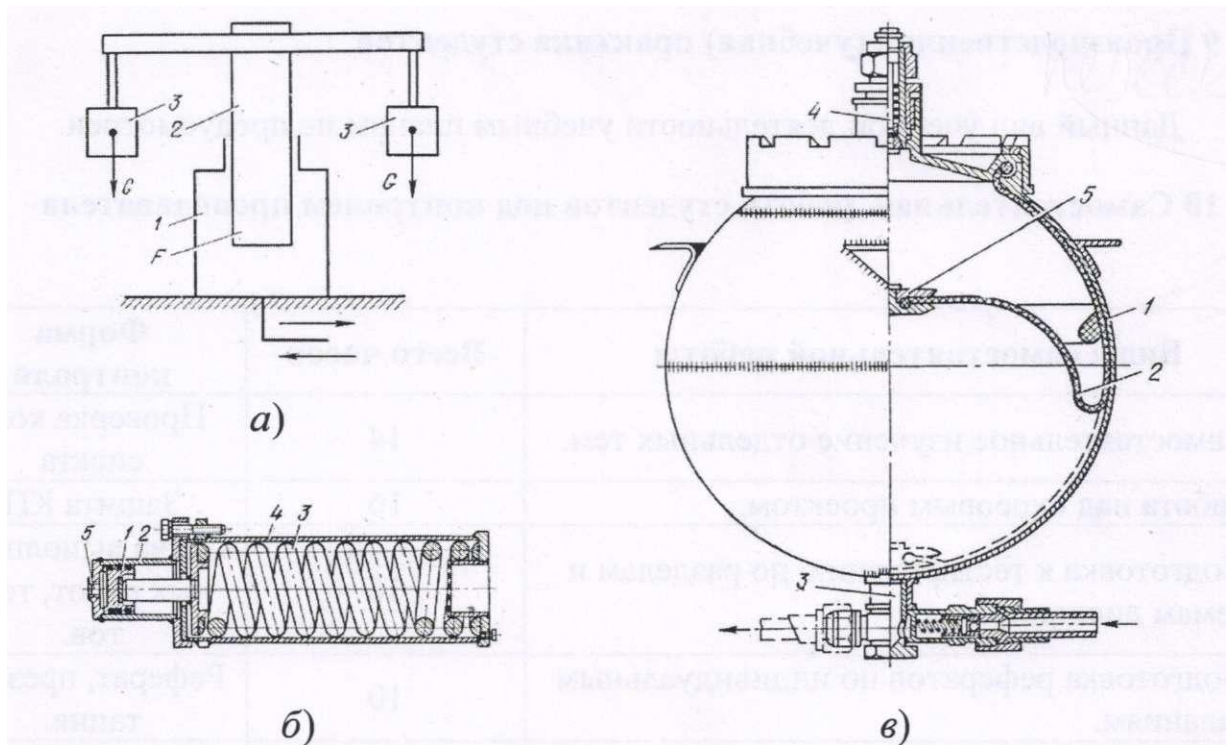
Рисунок 7.20 - Манжеты для уплотнения вращающихся валов

При выборе типа и материала уплотнений учитывают: давление в гидросистеме; диапазон рабочих температур; характер движения соединяемых деталей; скорость движения; тип рабочей жидкости.

7.4. Гидравлические аккумуляторы

Грузовой аккумулятор (рис.7.21, а) состоит из цилиндра 1, плунжера 2 и груза 3 весом $2G$. При зарядке плунжер поднимается (происходит увеличение потенциальной энергии), при разрядке - опускается. Давление разрядки постоянно, но громоздкость ограничивает их применение.

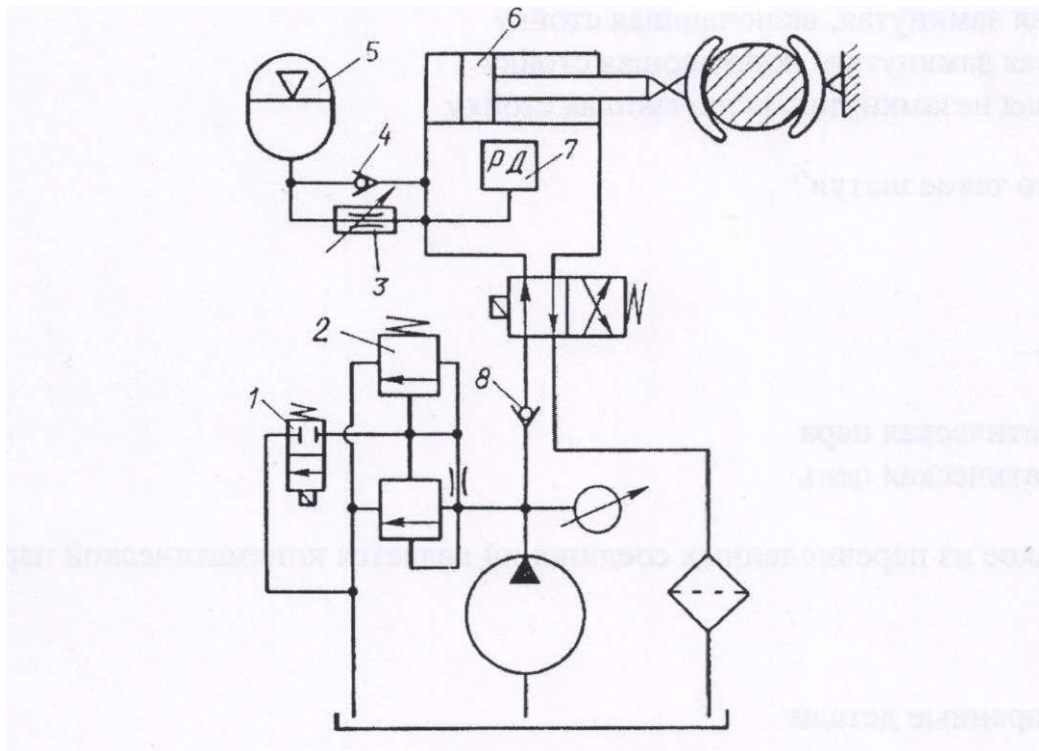
Пружинный аккумулятор (рис.7.21, б) состоит из цилиндра 2, поршня 1, пружины 3, помещенной в корпусе 4. Зарядка и разрядка происходит через отверстие 5. Они компактны, но есть недостаток - неравномерность давления в начале и в конце цикла разрядки, малый полезный объем.



а — грузовой; б - пружинный; в - пневмогидравлический с упругим разделителем

Рисунок 7.21 - Гидроаккумуляторы

Пневмогидравлический аккумулятор (рис.7.21, в) с упругим разделителем состоит из баллона 1 и эластичной диафрагмы 2, закрепленной в верхней части аккумулятора. Зарядку газом производят через отверстие 4, а рабочей жидкостью через отверстие 3. Верхняя часть заполняется газом до начального давления $P_{н}$, соответствующего минимальному рабочему P_n в гидросистеме. Рабочая жидкость заполняет нижнюю часть до давления $P_{тах}$, равного максимальному давлению в гидросистеме. Газ сжимается также до давления P^{\wedge} . Когда давление в гидросистеме станет меньше $P_{тах}$, рабочая жидкость вытесняется из гидроаккумулятора. Кольцо 5 предохраняет диафрагму от продавливания и повреждения. Достоинства: не требует частой подзарядки газом; безынерционен; пригоден к эксплуатации после длительного перерыва в работе и устанавливается в любом положении.



1-распределитель; 2 - предохранительный клапан непрямого действия; 3 - дроссель; 4, 8- обратный клапан; 5 - гидроаккумулятор; 6 - гидроцилиндр; 7- реле давления

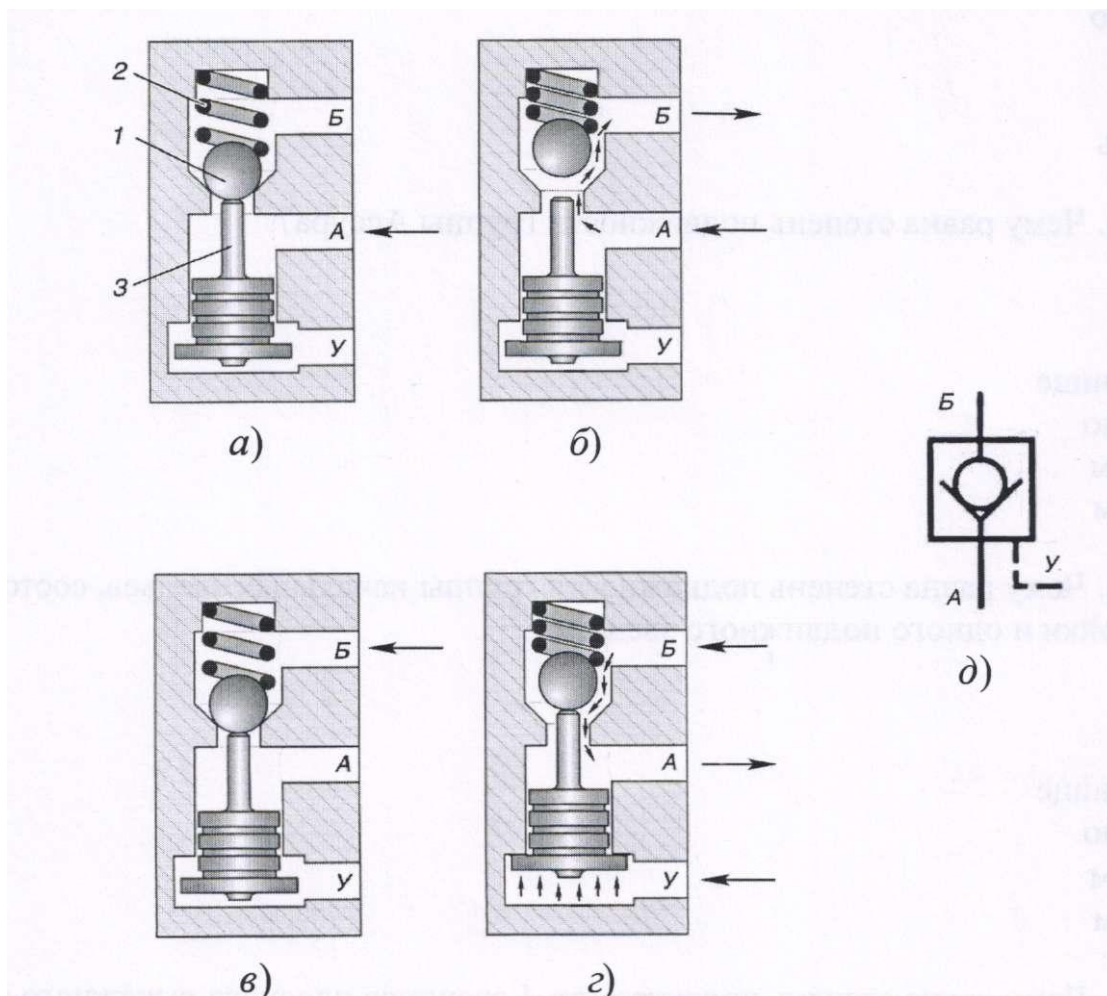
Рисунок 7.22 - Схема включения гидроаккумулятора для компенсации утечек

По сравнению с безаккумуляторным рассмотренный гидропривод имеет меньшие габарит, массу и может быть более экономичным, так как потребляемая насосом мощность будет меньше за счет уменьшения времени работы насоса под нагрузкой.

7.5. Гидрозамки

Односторонний гидрозамок (рис. 7.23) имеет толкатель 3, запорно-регулирующий элемент 1 и нерегулируемую пружину 2, которые образуют подобие обратного клапана. У одностороннего гидрозамка выполнено три подвода, соединенные с тремя полостями гидрозамка А, Б и У. При подаче рабочей жидкости под давлением в полость А (рис.7.23, а), открывается запорно-регулирующий элемент 1, и жидкость начинает свободно проходить

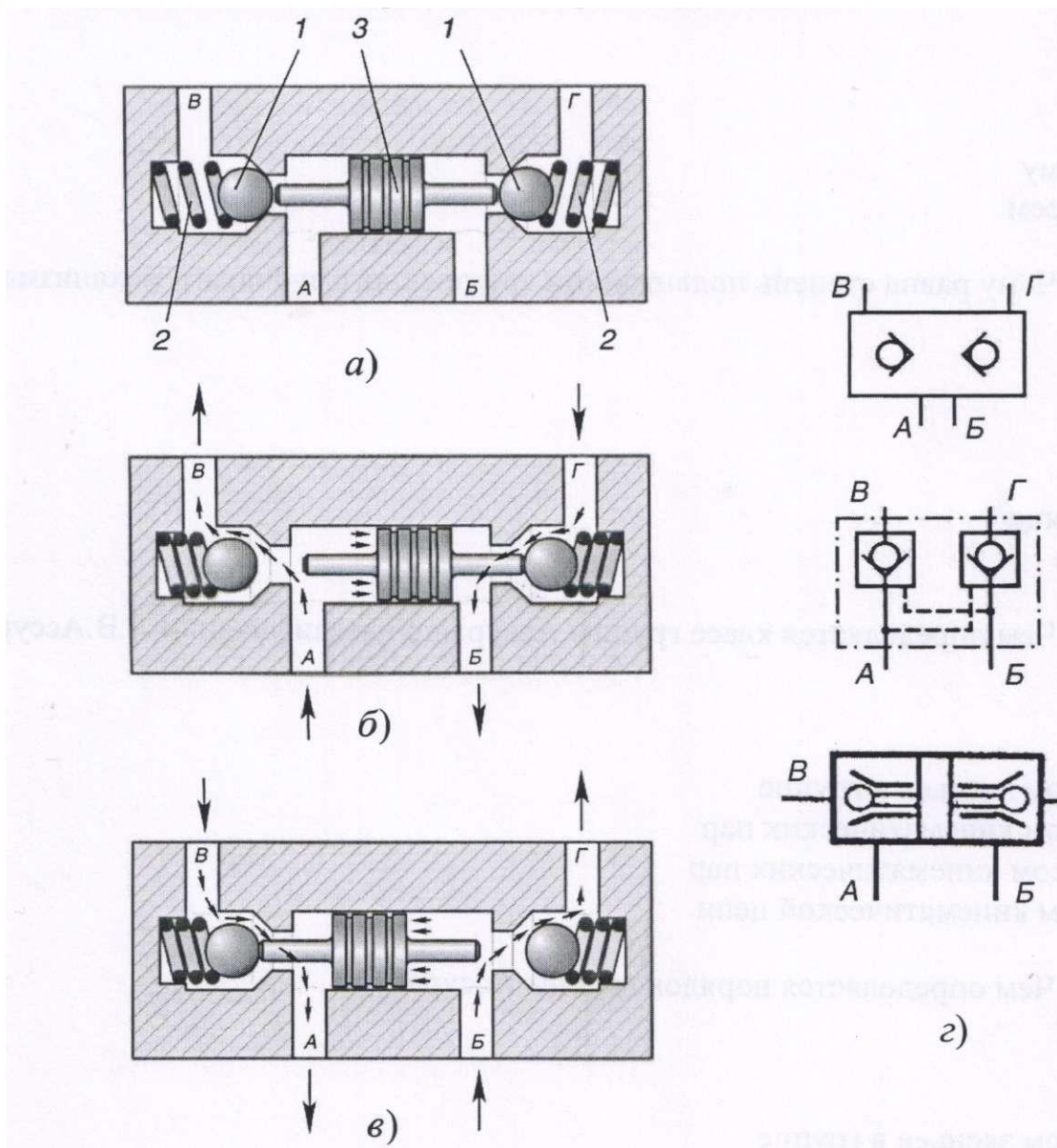
в полость *Б* (рис. 7.23, б). Управляющее воздействие отсутствует, т.е. в полость *У* давление жидкости не подается. При подводе рабочей жидкости к полости *Б* клапан закрыт (рис. 7.23, в). Однако, если одновременно с этим подвести жидкость к полости *У* (подать управляющее воздействие), то толкатель *3* перемещаясь вверх откроет запорно-регулирующий элемент. В этом случае жидкость будет свободно проходить из полости *Б* в полость *А* (рис.7.23, г), пока будет присутствовать управляющее воздействие в полости *У*.



а - подача рабочей жидкости к полости *А*; б - течение жидкости из полости *А* в полость *Б*; в-подача рабочей жидкости в полость *Б*; г - течение жидкости из полости *Б* в полость *А* при наличии управляющего воздействия; д -условное обозначение одностороннего гидрозамка

Рисунок 7.23 - Односторонний гидрозамок

Двухсторонний гидрозамок (рис.7.24) имеет в своем корпусе два запорно-регулирующих элемента 1, две нерегулируемые пружины 2, а между ними плавающий толкатель 3 (рис.7.24, *a*). При подводе рабочей жидкости под давлением к каналу *A* открывается запорно-регулирующий элемент 7, и жидкость свободно поступает в канал *B* и далее к гидродвигателю (например в поршневую полость гидроцилиндра). Одновременно с этим толкатель 3 гидрозамка перемещается вправо и открывает второй запорно-регулирующий элемент, обеспечивая пропуск жидкости (например, от штоковой полости гидроцилиндра) из канала *Г* в канал *B* и далее в сливную магистраль. Аналогично гидрозамок работает при реверсе движения выходного звена гидродвигателя. Если жидкость под давлением не подводится ни к одному из каналов (*A* или *B*), то рабочие элементы 1 снова занимают положение, указанное на рис.7.24, *a*. Полости гидродвигателя блокируются от слива, тем самым, блокируя выходное звено гидродвигателя.



а - нейтральное положение; б - положение толкателя при подводе давления в канал А; в - положение толкателя при подводе давления в канал В;

г - условные обозначения

Рисунок 7.24 - Двухсторонний гидрозамок

При установке гидрозамков необходимо учитывать их конструктивное исполнение (тип), способ нагружения выходного звена гидродвигателя, а также место размещения при этом дросселей с обратными клапанами - до или после гидрозамка. Дроссели с обратными клапанами свободно пропускают поток рабочей жидкости на подъем рабочего органа и ограничивают

расход рабочей жидкости и соответственно скорость рабочего органа при его опускании (рис. 7.25).

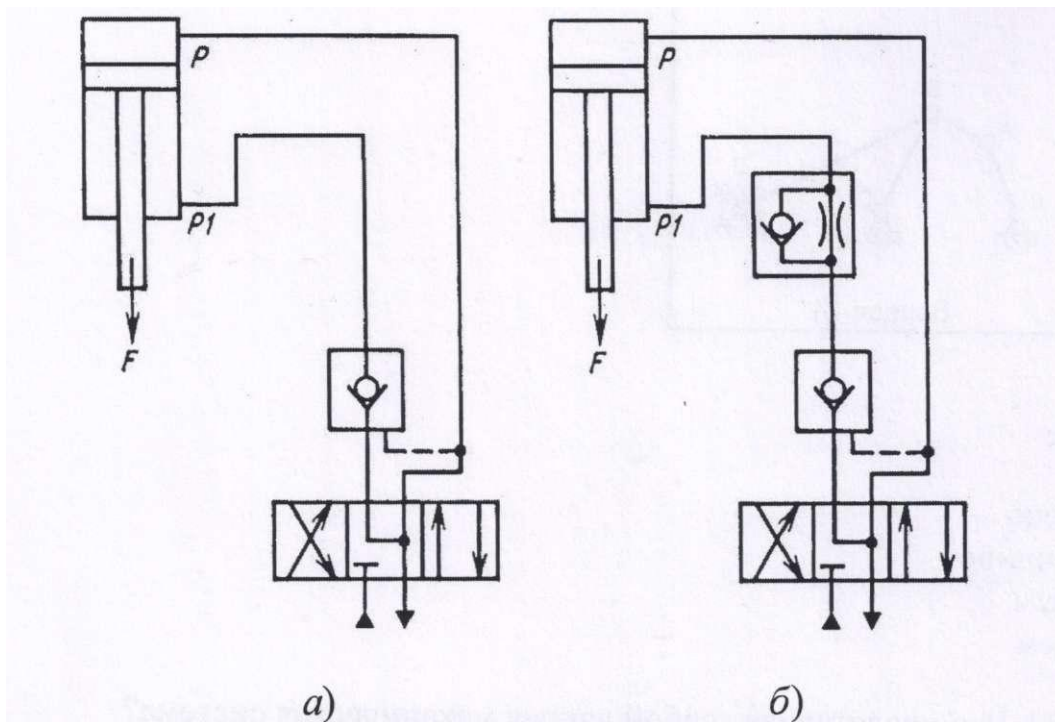


Рисунок 7.25 - Схема установки одностороннего гидрозамка: а - без дросселя с обратным клапаном; б - дросселем и обратным клапаном

Если в схеме привода гидроцилиндра грузоподъемного механизма с гидрозамком не будет установлен дроссель с обратным клапаном (рис. 7.25, а), то при перемещении золотника гидрораспределителя в позицию «опускание» в гидрролинии насоса и управления гидрозамком создается давление, достаточное для открытия гидрозамка. После его открытия рабочая жидкость из штоковой полости гидроцилиндра поступает на слив, и шток опускается под действием внешней нагрузки F . При этом скорость перемещения штока гидроцилиндра может превысить скорость, обусловленную подачей насоса. Тогда давление в противоположной (поршневой) полости гидроцилиндра и в гидрролинии управления уменьшается, запорный элемент гидрозамка под действием пружины закрывается и движение прекращается. Затем давление в напорной гидрролинии и в гидрролинии управления снова возрас-

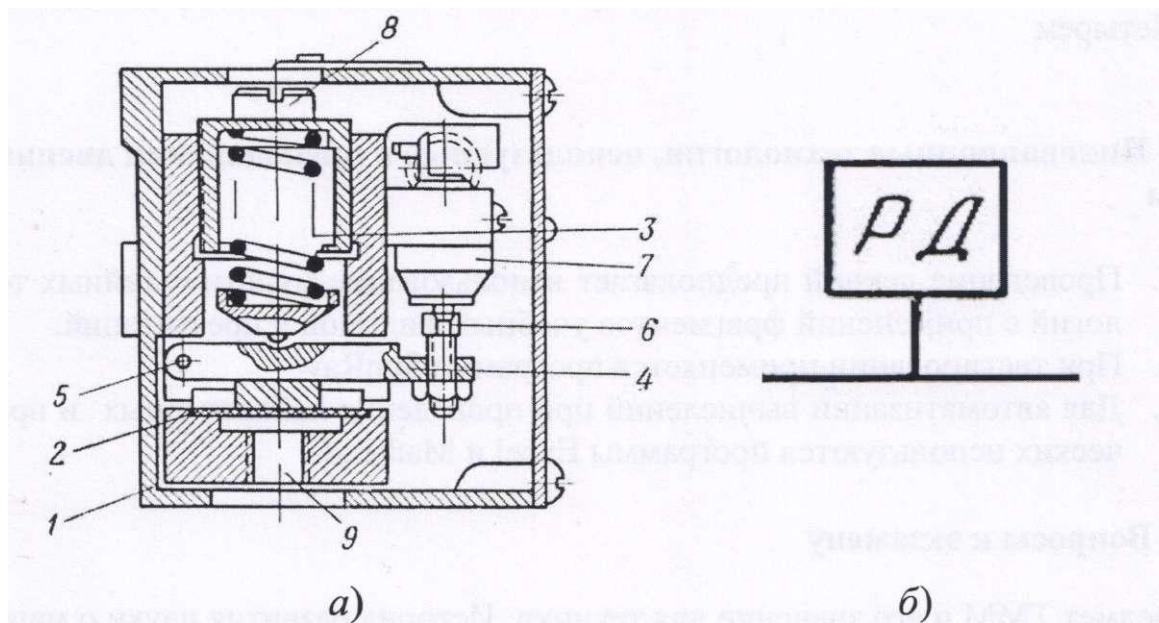
тает, и гидрозамок открывается. Таким образом, происходят прерывистое движение рабочего органа и пульсация давления. Для исключения этого явления между гидрозамком и гидроцилиндром рекомендуется устанавливать дроссель с обратным клапаном (см. рис.7.25, б), сопротивление которого при опускании штока создает давление, необходимое для открытия обратного клапана гидрозамка и поддержания его в том положении.

Давление управления для гидрозамков составляет от 0,02 (минимальное давление срабатывания ненагруженного клапана) до 32 МПа.

В гидросистемах мобильных машин наибольшее применение получили односторонние гидрозамки с коническим запорным элементом, имеющие условный проход 16, 20, 25 и 32 мм.

7.6. Гидравлические реле давления и времени

Реле давления Г62-21 (рис. 7.26) состоит из корпуса 1, диафрагмы 2, пружины 3, рычага 4 с осью 5, винта 6, микропереключателя 7. Жидкость на контролируемой ветви гидросистемы подводится к отверстию 9. Если подведенное давление окажется выше установленного настройкой пружины 5, то диафрагма 2 деформируется и передает давление на рычаг 4, который при повороте вокруг оси 5 винтом 6 воздействует на микропереключатель 7. Регулировка реле давления осуществляется при помощи изменения сжатия пружины 3 винтом 8.

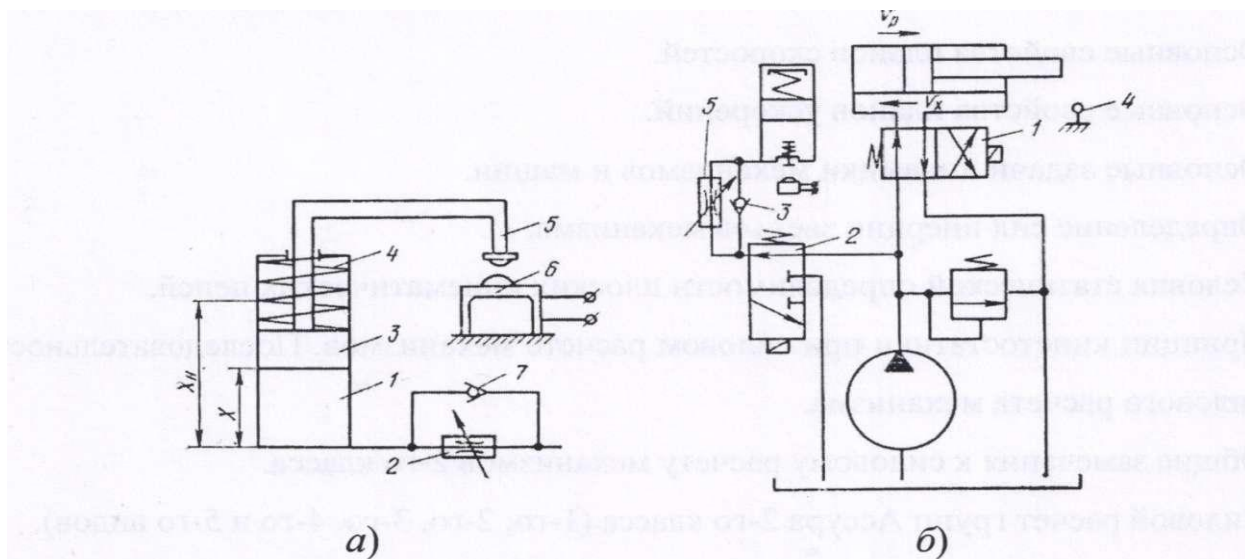


а — конструкция; б - условное обозначение реле давления; 1 - корпус; 2 - диафрагма; 3 - поршень; 4 - пружина; 5 - рычаг; 6 - микропереключатель; 7 - обратный клапан; 8 - винты; 9 - отверстие

Рисунок 7.26 - Реле давления Г62-2

Гидравлическое реле времени (или гидроклапан выдержки времени) это направляющий гидроаппарат, предназначенный для пуска или остановки потока рабочей жидкости через заданный промежуток времени после подачи управляющего сигнала. Гидравлические реле времени применяются для обеспечения определенной выдержки во времени между различными циклами срабатывания исполнительных механизмов машины.

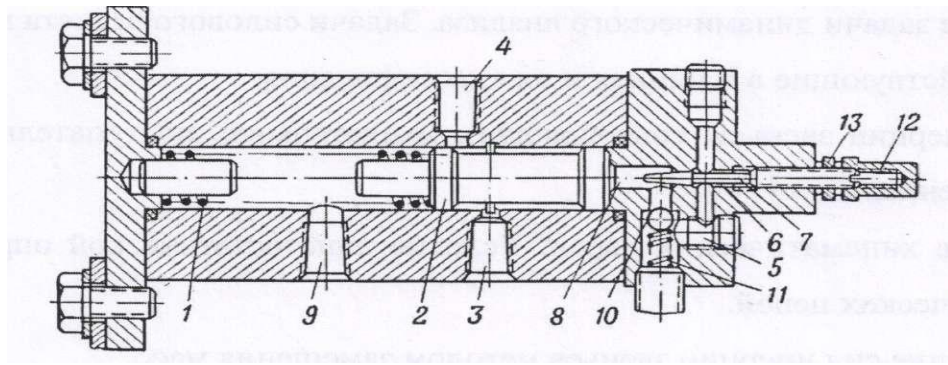
Время срабатывания реле времени определяется временем необходимым для вытеснения жидкости из гидроемкости 1. Поршень 3 приводит в движение пружина 4, а рычагом 5 осуществляется нажатие на штифт микропереключателя 6. Зарядка емкости реле времени происходит через обратный клапан 7 (рис.7.27, а).



а - принципиальная схема; б - вариант схемы включения

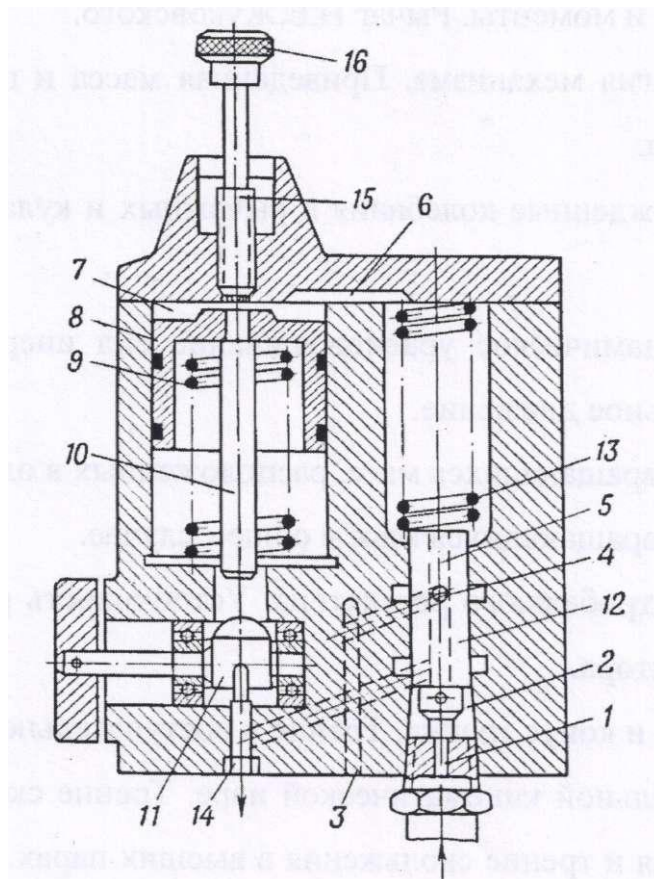
Рисунок 7.27 - Реле времени

Рассмотрим пример установки реле времени. В данной схеме шток гидроцилиндра автоматически совершает холостой и рабочий ход, останавливаясь в конце каждого хода на установленное время (рис.7.27, б). В положении распределителя 1 поршень гидроцилиндра движется вправо, совершая рабочий ход. Одновременно через гидрораспределитель 2 происходит зарядка емкости реле времени. К моменту нажатия упором на путевой переключатель 3 емкость будет уже заполнена, а рабочий ход завершен. Путевой переключатель 3 переключит гидрораспределитель 2, и начнется истечение жидкости через дроссель. После установленного времени (времени истечения рабочей жидкости из емкости реле времени) за счет выключателя 4 переключатся гидрораспределители 7 и 2. Начнется холостой ход штока, и одновременно будет заряжаться емкость реле времени. В конце холостого хода путевой переключатель 5 переключит распределитель 2 и емкость реле времени снова начнет разряжаться. После ее разрядки выключатель 4 переключит распределители в начальное положение, обеспечив рабочий ход.



1,11 — пружины; 2 - золотник; 3, 4-подводящее и отводящее отверстия;
 5,8- полости; 6 - канал; 7 - дроссель; 9 - сливное отверстие; 10- шарик;
 12 - колпачок; 13 – контргайка

Рисунок 7.28 - Реле времени дроссельного типа



4 - отверстия; 2,6,7 - полости; 3,5 - каналы; 8 - поршень; 9,13 - пружины;
 10- шток; 11 - упор; 12 - золотник; 14- сливное отверстие; 15- винт; 16-
 рукоятка

Рисунок 7.29 - Реле времени объемного типа

По принципу работы реле времени делятся на дроссельные и объемные.

На рис. 7.28 дана схема реле времени дроссельного типа, предназначенного для отсекаания давления от магистрали и включения слива с настроенной выдержкой времени.

Пружина 1 отводит золотник 2 в крайнее правое положение, вследствие чего масло из отверстия нагнетания 3 отводится в отверстие 4. Если реле включено, то масло через штуцер направляется в полость 5, затем канал 6 и щель между дросселем 7 и корпусом и, наконец, в полость 8 под торец золотника 2. Под давлением масла золотник 2 медленно перемещается влево, сжимая пружину 1. Как только золотник 2 займет крайнее левое положение, отверстие 4 соединяется со сливным отверстием 9. При выключении реле времени масло из полости 8 идет под шарик 10, сжимая пружину 11. Золотник возвращается в крайнее правое положение, направляя масло в отверстие 4. Время выдержки реле времени регулируется за счет вращения дросселя 7. Для этого требуется предварительно отвернуть колпачок 12 и ослабить контргайку 13.

При малых скоростях движения гидродвигателя, а также при значительном изменении температуры рабочей жидкости реле времени дроссельного типа не может дать точной выдержки времени. Поэтому в таких случаях применяют реле времени объемного типа.

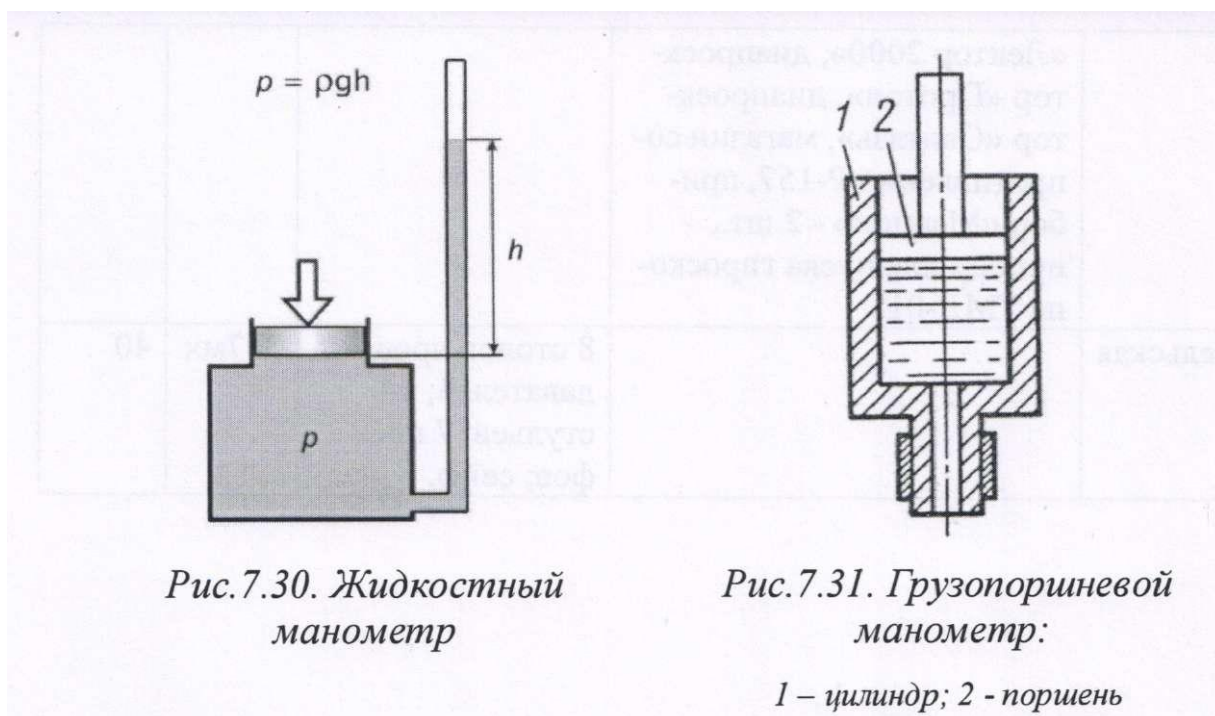
На рис. 7.29 дана конструктивная схема реле времени объемного типа.

Выдержка реле времени объемного типа зависит от продолжительности хода поршня 8 и регулируется винтом 15 при помощи рукоятки 16. Жидкость из гидросистемы подводится через отверстие 1 в полость 2 и к каналу 3, затем идет через отверстие 4, продольный канал 5 и в полость 6 и далее в полость 7. При этом опускается поршень 8, сжимая пружину 9, шток 10 поворачивает упор 11. Если даже давление в полости 2 возрастает, то золотник 12, сжимая пружину 13, поднимается вверх, вследствие чего произойдет соединение полости 7 со сливным отверстием 14. В свою очередь поршень 8

пружиной 9 поднимется верх, так как давление в полости 2 упадет, а золотник 12 опустится вниз, и вся система займет исходное первоначальное положение.

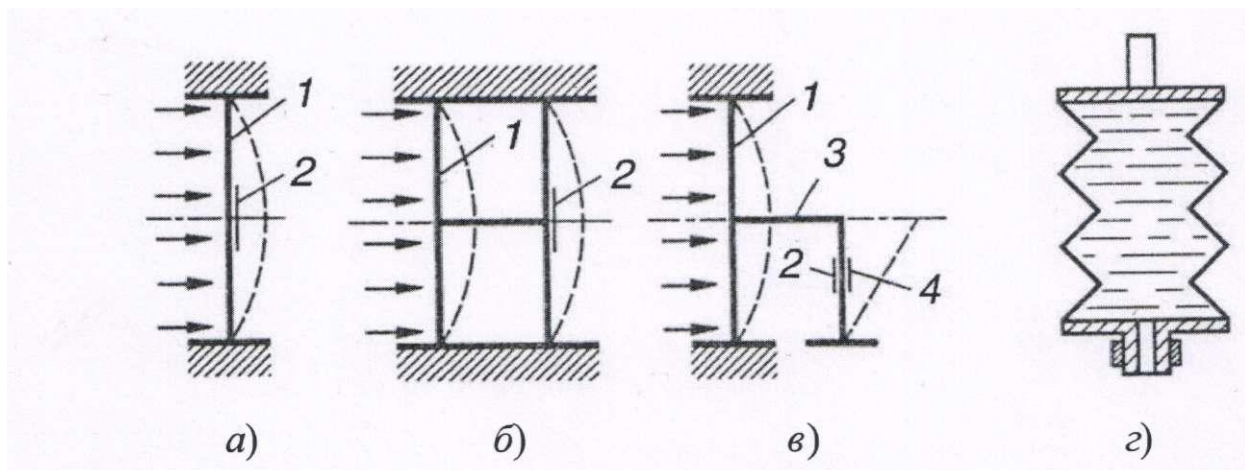
7.7. Средства измерения

Жидкостные манометры применяют для измерений небольших давлений и чаще всего представляют собой стеклянную трубку, присоединенную к резервуару (рис.7.30).



Грузопоршневые манометры (рис.7.31), состоящие из цилиндра 1 и поршня 2, преобразуют давление рабочей жидкости в усилие, развиваемое поршнем.

Деформационные манометры получили в гидроприводе наибольшее распространение. Принцип их работы основан на зависимости деформации чувствительного элемента (мембраны, трубчатой пружины, сиффона) от измеряемого давления.



а - мембранный; б - мембранный с двойной мембраной;

в - с консольной балкой; г - сильфонный;

1 - мембрана; 2, 4- активный и компенсирующий тензорезистор; 3 - консольная балка

Рисунок 7.32 - Деформационные манометры

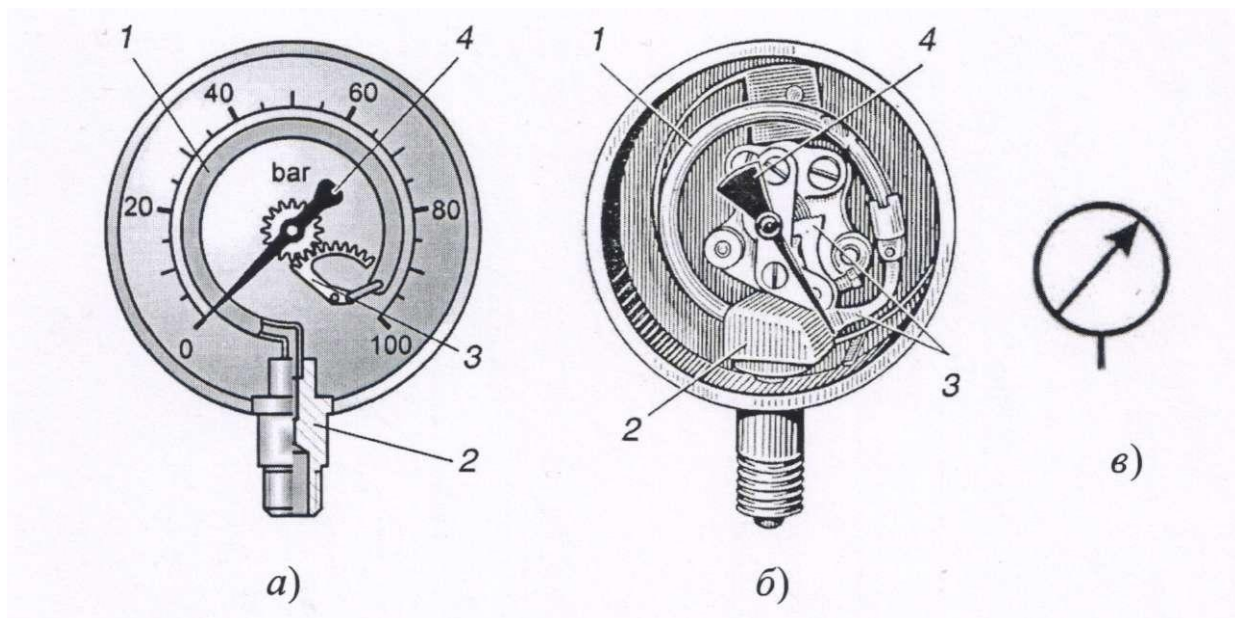
В мембранных манометрах давление со стороны рабочей жидкости передается на мембрану (рис.7.32, а, б, в). На мембране установлены тензорезисторы, которые изгибаясь вместе с мембраной изменяют свое электрическое сопротивление. Изменение сопротивления регистрируется электрическими приборами и преобразуется в показания значения соответствующего давления.

В сильфонных манометрах (рис.7.32, г) давление рабочей жидкости приводит к растяжению гофрированной упругой трубки пропорционально давлению.

Мембранный и сильфонные манометры предназначены для измерения небольших давлений.

Пружинный манометр (рис.7.33) имеет пружину в виде изогнутой латунной трубки (трубка Бурдона) 1 эллиптического поперечного сечения. Верхний конец трубки запаян, а нижний припаян к штуцеру 2, через который манометр присоединяется в гидросистему. При заполнении трубки рабочей

средой под давлением она стремится выпрямиться. Через рычажный механизм 3, усиливающий деформацию трубки, перемещение ее свободного конца передается на стрелку 4, расположенную по центру шкалы прибора. Пружинные манометры просты по конструкции, ими можно измерять давление в широком диапазоне.



а - схема; б- внутреннее устройство; в-условное обозначение

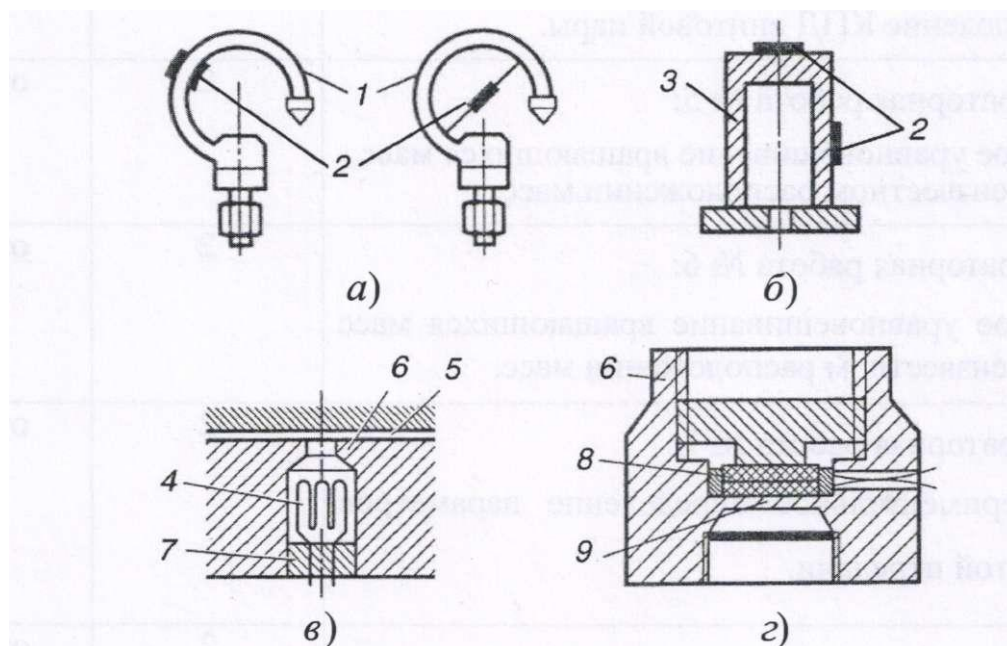
Рисунок 7.33 - Пружинный манометр

Шкала всех манометров градуируется в паскалях или мегапаскалях. На старых образцах давление указывается в кгс/см. На шкале наносится заводское обозначение; класс точности; номер ГОСТ; год выпуска; номер манометра и название рабочей среды (жидкость, пар, газ), в которой измеряется давление.

Электрические манометры применяют для непрерывного измерения мгновенного значения давления в комплекте с осциллографами. Чувствительным элементом этих приборов может служить трубка Бурдона (рис. 7.34, а) или тонкостенный полый стакан (рис.7.34, б) с наклеенными на их стенки тензодатчиками.

Датчики с манганиновой проволокой (рис.7.34, в), электрическое сопротивление которой меняется при объемном сжатии, применяются для замера давления.

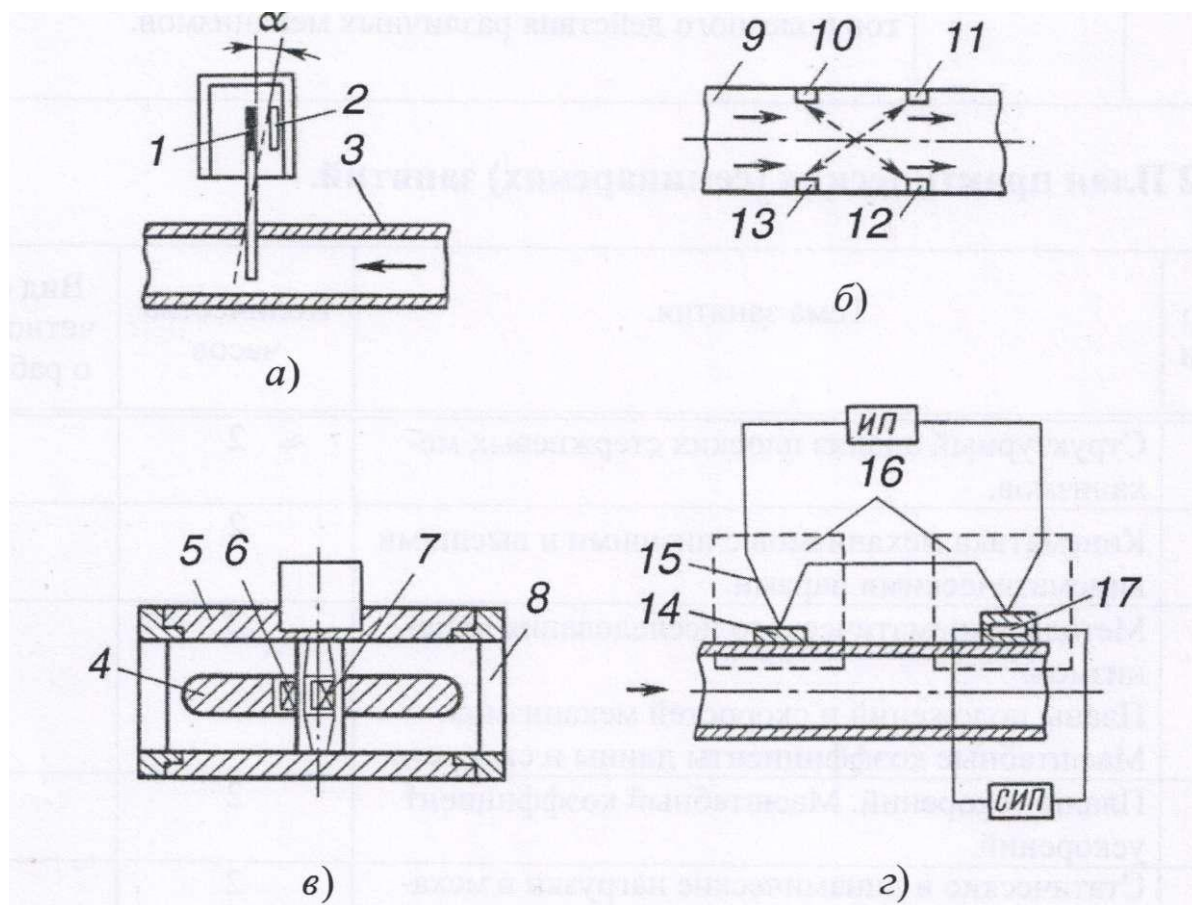
Для замера пульсаций давления применяют пьезоэлектрические датчики (рис.7.34, г), регистрирующие только динамическую составляющую давления.



а - с трубкой Бурдона; б - тонкостенный цилиндрический датчик с наклеенными тензодатчиками; в - с манганиновой проволокой; г - пьезоэлектрический; 1 - трубка Бурдона; 2 - тензодатчики; 3 - тонкостенный стакан; манганиновый датчик; 5 -узкая щель; 6- корпус; 7-заливка эпоксидной смолой; 8 - пьезоэлектрический датчик; 9 – перегородка

Рисунок 7.34 - Электрические манометры:

7.8 Измерение расхода.



а - струйный; б - ультразвуковой; в - турбинный; г - тепловой;

1 - мембрана; 2 - неподвижный электрод; 3 - трубопровод; 4 - направляющая; 5 — корпус; 6 - подшипник; 7 - турбина; 8 — успокоитель; 9- преобразователь сигнала; 10 - излучатель сигнала; 11 - дополнительный излучатель; 12 — приемник; 13 — дополнительный приемник; 14-пластина; 15 - термопара; 16- теплоизоляция; 17 — нагреватель

Рисунок 7.35 - Схемы расходомеров

В *струйных расходомерах* (рис.7.35, а) на пути рабочей жидкости в трубопроводе 3 располагается некоторое препятствие типа плоской мембраны 1, отклонение которой α является функцией скорости струи, а регистрирующий ток - функцией взаимного положения мембраны 3 и неподвижного электрода 2.

Тахометрические турбинные расходомеры (рис.7.35, в) работают с малогабаритными электронными преобразователями. В таком расходомере поток рабочей жидкости приводит во вращение турбину, каждый проход лопасти которой наводит импульс ЭДС в обмотке индукционного преобразователя. Скорость потока определяется через частоту электрических импульсов на выходе преобразователя путем как непосредственного измерения, так и выводом на цифровые приборы или преобразованием в аналоговый сигнал. Такими расходомерами можно измерять расходы до 360 л/мин.

Ультразвуковые расходомеры (рис. 7.35, б) работают на основе ультразвуковых колебаний. Благодаря эффекту Доплера частота и фаза ультразвукового сигнала, проходящего от излучателя 11 к приемнику 13, будет изменяться в функции скорости протекания рабочей жидкости. Введение дополнительной пары излучатель 10 - приемник 12 обеспечивает компенсацию температурной нестабильности.

Тепловой неконтактный расходомер применяется для определения подачи насосом рабочей жидкости без разборки гидросистемы (рис. 7.35, г). Он имеет стабилизированный источник питания (СИП), датчик и измерительный прибор (ИП). СИП обеспечивает питание нагревателя и ИП, включающий в себя дифференциальную термопару, позволяет определить скорость потока рабочей жидкости по разности температур входящего потока рабочей жидкости и нагревателя.

7.9 Контрольные вопросы:

- 7.9.1 Что относится к вспомогательным устройствам гидросистем
- 7.9.2 Назначение гидробаков.
- 7.9.3 Назначение перегородок внутри гидробака
- 7.9.4 На чем основан принцип работы фильтров
- 7.9.5 Недостаток сетчатых фильтров
- 7.9.6 Виды уплотнений
- 7.9.8 Основные составляющие гидравлического пружинного аккумулятора
тора
- 7.9.9 Условное обозначение одностороннего гидрозамка
- 7.9.10 Условное обозначение реле давления и его назначение
- 7.9.11 Виды средств измерения

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ №8 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СЛЕДЯЩИЕ ПРИВОДЫ (ГИДРОУСИЛИТЕЛИ). МОНТАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБЪЕМНЫХ ГИДРОПРИВОДОВ

8.1. Гидравлические следящие приводы

Блок-схема следящего привода (рис. 8.1) состоит из следующих основных элементов:

задающего устройства ЗУ, которым формируется сигнал управления, пропорциональный требуемому перемещению исполнительного механизма (датчики, реагирующие на изменение условий работы или параметров технологического процесса);

сравнивающего устройства СУ, или датчика рассогласования, устанавливающего соответствие сигнала воспроизведения, поступающего от исполнительного механизма, сигналу управления;

усилителя У, которым производится усиление мощности сигнала управления за счет внешнего источника энергии *ВИЭ*;

исполнительного механизма ИМ, которым перемещается объект управления и воспроизводится программа, определяемая задающим устройством;

обратная связь ОС, которой исполнительный механизм соединен со сравнивающим устройством или с усилителем. Обратная связь является отличительным элементом следящего привода.

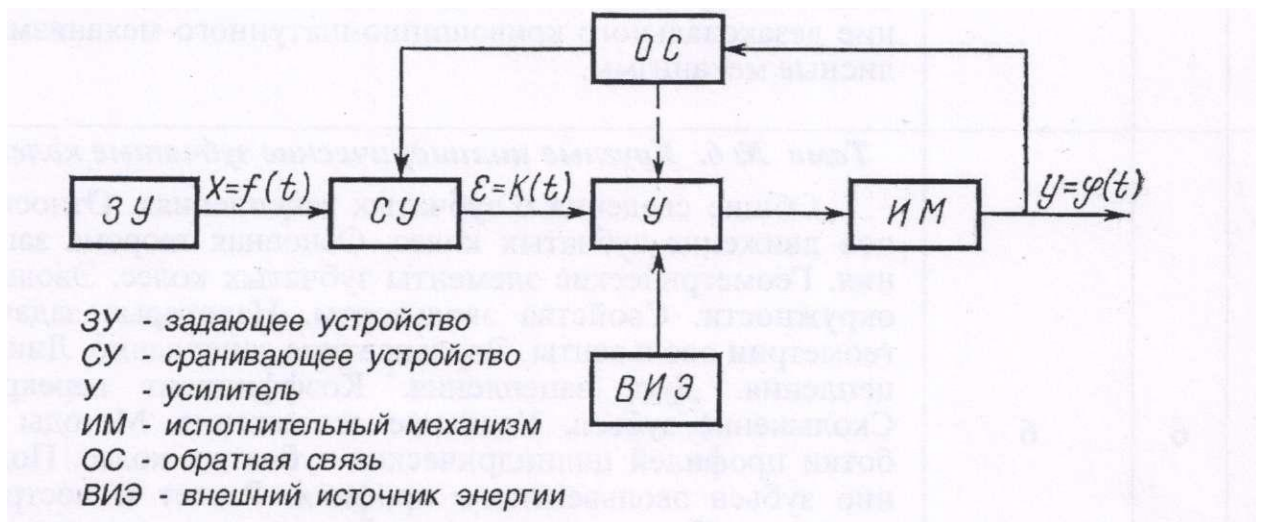
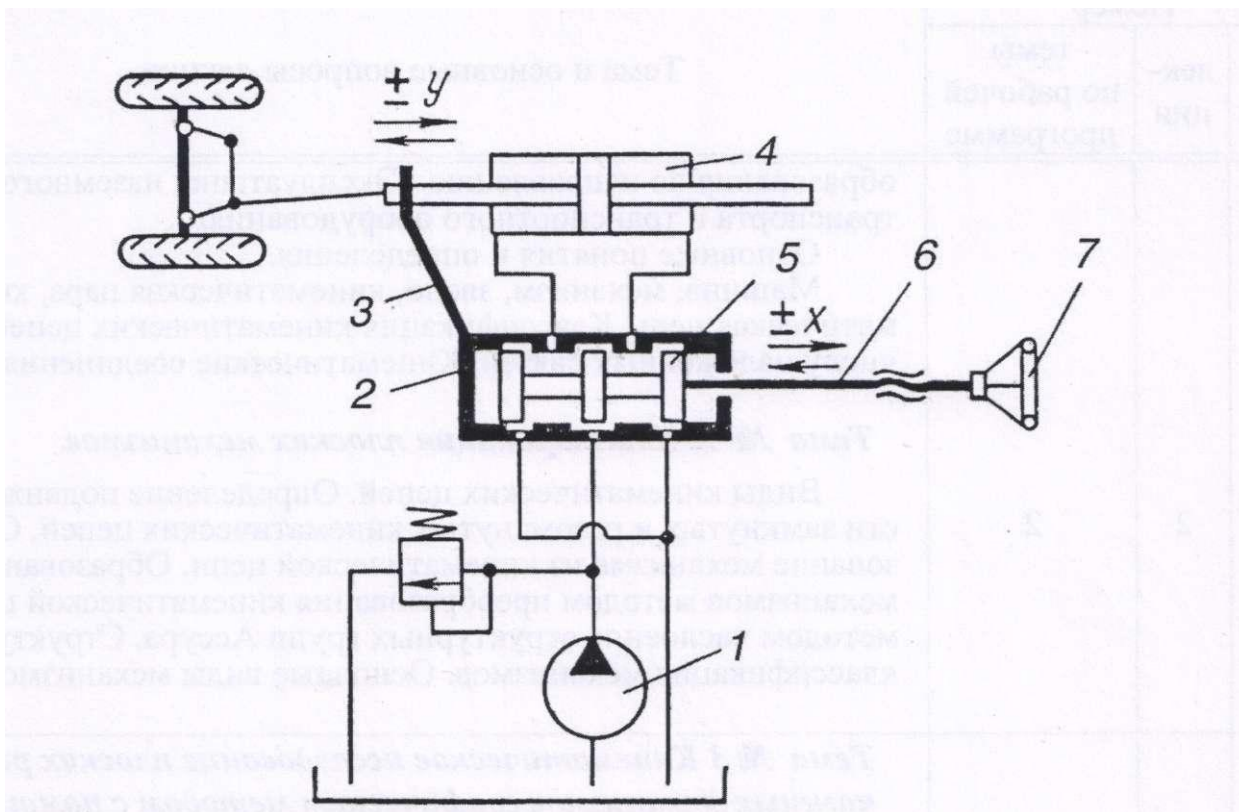


Рисунок 8.1 - Блок-схема следящего привода

Принцип работы следящего привода заключается в следующем. Изменение условий работы машины или параметров технологического процесса вызывает перемещение задающего устройства, которое создает рассогласование в системе. Сигнал рассогласования воздействует на усилитель, а через него и на исполнительный механизм. Вызванное этим сигналом перемещение исполнительного механизма через обратную связь устраняет рассогласование и приводит всю систему в исходное положение.

Рассмотрим работу следящего привода на примере принципиальной схемы рулевого управления автомобиля (рис. 8.2).



1 - насос (внешний источник энергии); 2 - втулка усилителя; 3 - обратная связь; 4 - исполнительный механизм; 5 - золотник усилителя; 6 - винт; 7 - рулевое колесо (задающее устройство)

Рисунок 8.2 - Принципиальная схема следящего рулевого привода автомобиля

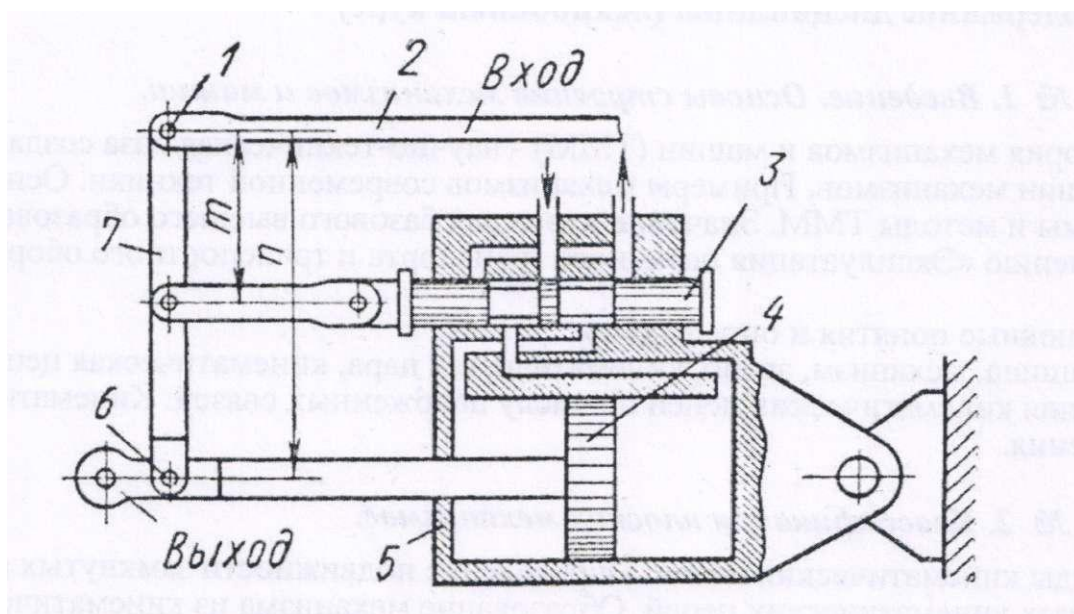
При прямолинейном движении автомашины все элементы системы рулевого управления находятся в исходном положении. Жидкость из насоса 1 поступает к гидроусилителю золотникового типа. Золотник 5 усилителя занимает нейтральное положение, а в обеих полостях исполнительного механизма 4 установилось одинаковое давление. При необходимости изменить направление движения автомобиля водитель поворачивает рулевое колесо 7. Связанный с рулевым колесом винт 6 перемещает золотник усилителя на величину x , вызывая рассогласование в системе. При этом проходные сечения

одних рабочих окон усилителя уменьшаются, а других увеличиваются. Это создает перепад давлений у исполнительного механизма, а его поршень приходит в движение, перемещаясь на величину y и поворачивая колеса автомобиля. Одновременно через обратную связь 3 движение поршня передается на втулку 2 усилителя. Совокупность 2 и 3

ведомого звена исполнительного элемента и давления жидкости на выходе при изменении положения управляющего элемента гидроусилителя на величину dx .

8.2. Гидроусилитель золотникового типа

Схема следящего гидроусилителя золотникового типа с гидродвигателем прямолинейного движения и жесткой рычажной обратной связью представлена на рис.8.3.



1 - шарнир; 2 - тяга; 3 - золотник распределителя; 4 - поршень; 5 - корпус силового цилиндра; 6 - шарнир; 7 - дифференциальный рычаг

Рисунок 8.3 - Схема гидроусилителя золотникового типа с обратной связью

Этот гидроусилитель состоит в основном из тех же элементов что и рассмотренный выше усилитель рулевого привода автомобиля. При перемещении тяги 2, связанной с ручкой управления, перемещается шарнир 1 дифференциального рычага 7 обратной связи, с которым вязаны штоки силового цилиндра 5 и золотника распределителя 3. Так как силы, противодействующие смещению золотника распределителя, значительно меньше соответствующих сил, действующих в системе силового поршня 4, то шарнир 6 может рассматриваться в начале движения тяги 2 как неподвижный, ввиду чего движение его вызовет через рычаг 7 смещение плунжера золотника распределителя 3. В результате при смещении золотника из нейтрального положения, жидкость поступит в соответствующую полость цилиндра 5, что вызовет перемещение поршня 4, а следовательно, и шарнира 6, связанного с «выходом». При этом выходное звено сместится пропорционально перемещению тяги 2.

После того как движение тяги 2 будет прекращено, продолжающийся выдвигаться поршень 4 сообщит через рычаг 7 обратной связи плунжеру золотника распределителя 3 перемещение, противоположное тому, которое он получал до этого при смещении тяги 2 управления. Так как при этом расходные окна золотника будут в результате обратного движения плунжера постепенно прикрываться, количество жидкости, поступающей в цилиндр 5, уменьшится, вследствие чего скорость его поршня будет уменьшаться до тех пор, пока плунжер золотника не придет в положение, в котором окна полностью перекроются, при этом скорость станет равной нулю.

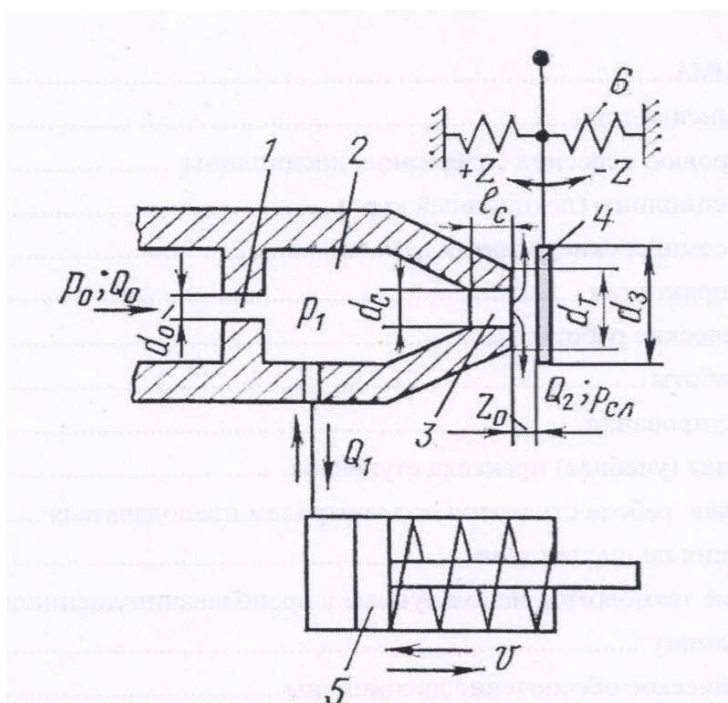
При перемещении плунжера золотника в противоположную сторону движение всех элементов регулирующего устройства будет происходить в обратном направлении.

В действительности отдельных этапов движения «входа» и «выхода» рассматриваемого следящего привода с жесткой обратной связью не существует, и оба движения протекают практически одновременно, т.е. имеет ме-

сто не ступенчатое, а непрерывное «слежение» исполнительным механизмом за перемещением «входа».

8.3. Гидроусилитель с соплом и заслонкой

Гидроусилитель с соплом и заслонкой (рис. 8.4) состоит из управляющего элемента в виде нерегулируемого дросселя У, междроссельной камеры 2, регулируемого дросселя, выполненного в виде сопла 5, заслонки 4 и задающего устройства 6, а также из исполнительного элемента 5



1 - нерегулируемый дроссель; 2 - междроссельная камера; 3 - сопло; 4 - заслонка; 5 - исполнительный элемент; б - задающее устройство

Рисунок 8.4 - Гидроусилитель с соплом и заслонкой

Жидкость подается к гидроусилителю со стороны нерегулируемого дросселя. Из междроссельной камеры одна часть жидкости Q_2 вытекает через щель, образованную торцом сопла и заслонкой, а другая Q_1 поступает к исполнительному элементу. При изменении положения заслонки изменяются давление в междроссельной камере и расход через сопло. Одновременно изменяются усилие на исполнительный элемент, расход Q и скорость и движе-

ния выходного звена. Нерегулируемый дроссель может быть выполнен в виде пакета тонких шайб с круглыми отверстиями.

Сопло гидроусилителя выполняется в виде цилиндрического насадка или в виде капиллярного канала. Увеличение диаметра сопла приводит к увеличению расхода и быстродействия системы. Заслонка имеет плоскую форму и перемещается от воздействия на нее сигнала управления.

Гидроусилитель типа сопло-заслонка отличается простотой конструкции, надежностью в работе и быстродействием. К нему можно подводить жидкость с большим давлением питания Pq . В устройстве сопло-заслонка отсутствуют трущиеся пары, что обеспечивает его высокую чувствительность. Недостатком является непроизводительный расход жидкости через сопло, низкий КПД и невысокий коэффициент усиления по мощности.

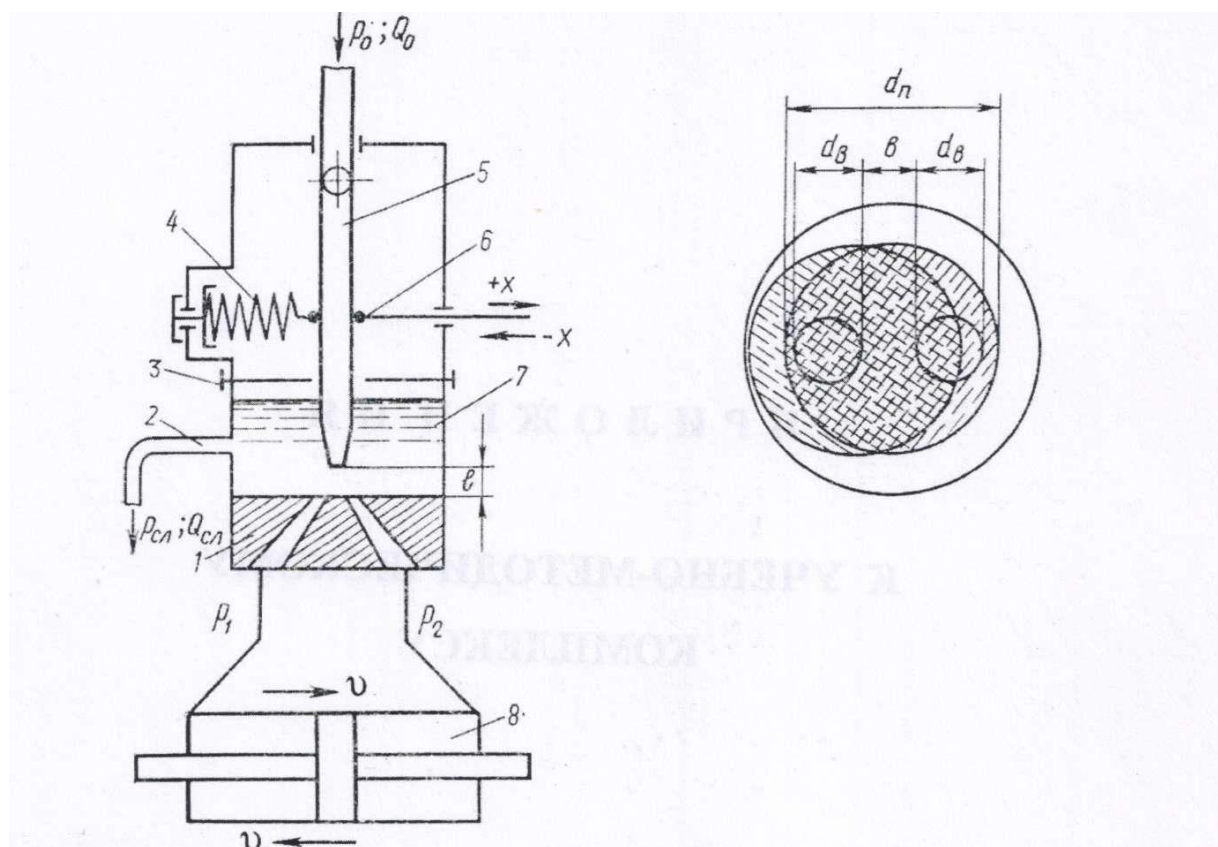
8.4 Гидроусилитель со струйной трубкой

Гидроусилитель со струйной трубкой (рис. 8.5) состоит из трубки 5 с коническим насадком на конце, сопловой головки 1 с двумя наклонными коническими расходящимися каналами и устройства управления. Устройство управления струйной трубкой состоит из задающего устройства 4 в виде регулируемой пружины, толкателя 6 и ограничителя 3 хода струйной трубки. Каналы сопловой головки соединены с исполнительным элементом 8 гидроусилителя. Жидкость с параметрами P_0 и Q_0 подается к трубке от источника питания. По трубе 2 жидкость отводится от гидроусилителя на слив.

Принцип работы гидроусилителя со струйной трубкой основан на преобразовании удельной потенциальной энергии давления в удельную кинетическую энергию струи, вытекающей из конического насадка, и последующем преобразовании этой энергии в удельную потенциальную энергию давления в каналах сопловой головки.

Гидроусилитель работает следующим образом. При отсутствии сигнала управления струйная трубка занимает нейтральное положение по отноше-

нию к отверстиям в сопловой головке. Вытекающая из насадки струя в одинаковой мере перерывает оба отверстия (рис. 8.5, б), вследствие чего давления в каналах сопловой головки одинаковы, а выходное звено исполнительного элемента неподвижно. При подаче сигнала управления на толкатель струйная трубка смещается из нейтрального положения, равенство площадей отверстий, перекрытых струей, и равенство давлений в каналах сопловой головки нарушается. В результате выходное звено исполнительного элемента начинает перемещаться. При изменении знака сигнала управления выходное звено будет двигаться в другую сторону. Вытесняемая из исполнительного элемента жидкость попадает через канал в сопловой головке в полость 7 усилителя и далее на слив. Для того чтобы в каналы сопловой головки вместе с жидкостью не попал воздух, насадок струйной трубки делают погруженным в жидкость.

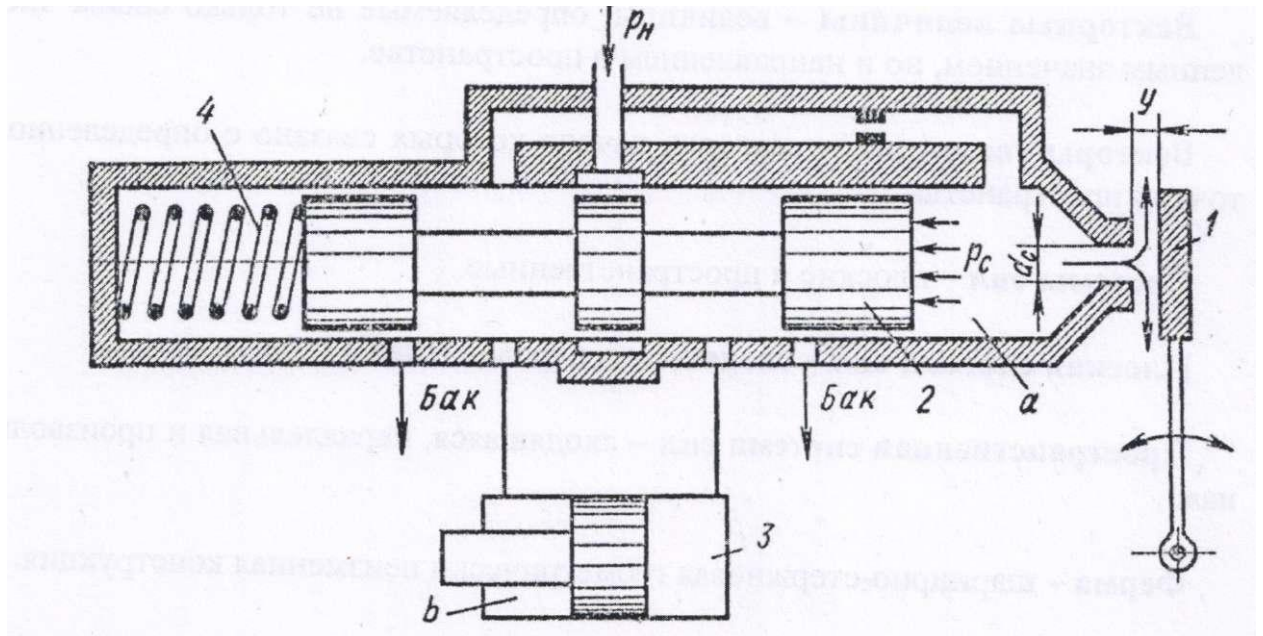


1 - сопловая головка; 2 - сливной трубопровод; 3 - ограничитель хода; 4 - задающее устройство; 5 - струйная трубка; 6 - толкатель; 7 - внутренняя полость; 8 - исполнительный элемент

Рисунок 8.5 - Гидроусилитель со струйной трубкой

8.5 Двухкаскадные усилители

Принципиальная схема такого устройства показана на рис.8.6. Междроссельная камера *a* этой схемы соединена с правой полостью основного распределительного золотника, плунжер 2 которого находится в равновесии под действием усилия пружины 4 и давления жидкости в этой камере. Жидкость постоянно подводится в штоковую полость силового цилиндра, поршень которого при одновременной подаче жидкости в противоположную полость перемещается вследствие разности площадей поршня влево, и при соединении этой полости с баком - в правую сторону.

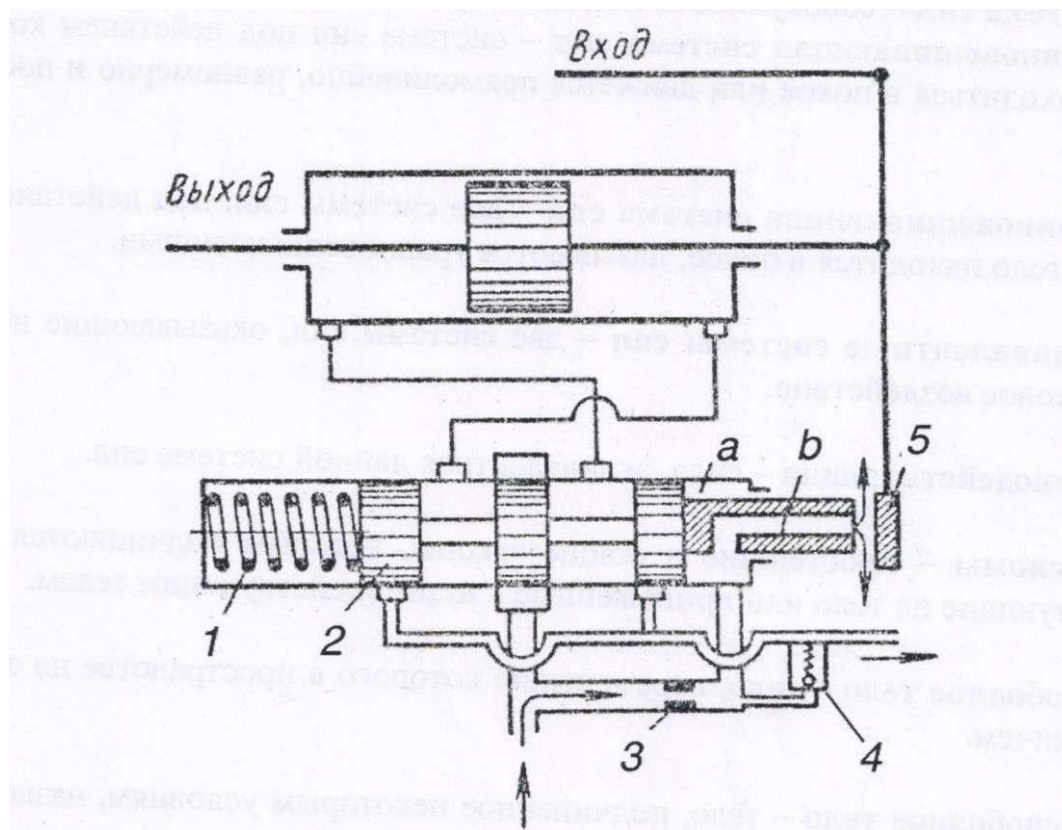


1 - заслонка; 2 - плунжер; 3 - цилиндр; 4 – пружина

Рисунок 8.6 - Двухкаскадный усилитель типа сопло-заслонка

На рис.8.6. усилитель показан в нейтральном положении, в котором правая полость цилиндра 3 перекрыта. При смещении заслонки 1 равновесие сил, действующих на плунжер 2 золотника, нарушится, и он, смещаясь в соответствующую сторону, соединит правую полость силового цилиндра 3 либо с полостью питания (давление P_n), либо с баком. Благодаря тому, что усилие, создаваемое давлением жидкости на плунжер 2 золотника, уравновеши-

вается пружиной 4, перемещение распределительного золотника будет пропорционально перемещению заслонки (регулируемого дросселя), в результате чего достигается приближенная пропорциональность расхода жидкости через золотник и перемещения заслонки. Следовательно, в данном случае имеет место обратная связь по давлению.



1 - пружина; 2 - плунжер; 3 - дроссель; 4 - клапан; 5 – заслонка

Рисунок 8.7 - Двухступенчатая следящая система с обратной связью по давлению

Схема применения этого распределительного устройства в следящей системе приведена на рис.8.7. Плунжер золотника 2 в этой схеме находится в равновесии под действием усилия пружины 1 и давления жидкости в камере *a*, которая соединена с линией питания через дроссель 3 и со сливом - через сверление *b* в штоке плунжера. Сопротивление последнего канала, а следовательно, и давление в камере *a* можно изменять смещением заслонки 5; при этом вследствие нарушения равновесия сил натяжения пружины и давления

жидкости плунжер золотника будет следовать за заслонкой. Для повышения чувствительности давление в камере *a* обычно понижается с помощью клапана *4* или путем питания этой камеры от отдельного источника и, в частности, от сливной магистрали.

8.6. Эксплуатация объемных гидроприводов в условиях низких температур

Нижнее допустимое значение температуры воздуха, регламентируемое ГОСТом для гидрооборудования, предназначенного для эксплуатации в районах с холодным климатом составляет -60°C .

Эксплуатационная надежность гидропривода обеспечивается за счет:

- комплекса дополнительных мер, которые осуществляются при изготовлении, установке и эксплуатации узлов и элементов;
- применения соответствующих конструкционных материалов (сталей) и их дополнительной термообработки для повышения прочности и износостойкости деталей;
- повышения чистоты обработки основных деталей, рационального выбора допуска и посадок, уменьшения концентрации напряжений;
- предотвращения хрупкого разрушения сварных узлов и соединений путем совершенствования методов их конструирования и технологии изготовления;
- использования для уплотнительных элементов соответствующих резин;
- применения рабочих жидкостей, сохраняющих необходимые рабочие свойства при низких температурах;
- снижения потерь давления рабочей жидкости в гидролиниях всасывания, нагнетания и дренажа;

- использования устройств для подготовки и подогрева рабочей жидкости перед началом запуска;

- выбора оптимальных режимов запуска гидропривода.

Необходимо обеспечивать принудительную подпитку насоса или устанавливать его непосредственно в гидробаке. Рекомендуется также устанавливать насосы так, чтобы всасывающее отверстие насоса было расположено ниже наименьшего уровня масла в гидробаке не менее чем на 500 мм. При работе в режиме самовсасывания рабочей жидкости всасывающую гидролинию следует делать как можно короче;

запрещается помещать в ней фильтры и другие элементы, способствующие увеличению сопротивления прохождению рабочей жидкости. Необходимо тщательно следить за герметичностью всасывающего трубопровода.

Особое внимание должно уделяться очистке рабочей жидкости от загрязнений. Фильтры рекомендуется устанавливать на сливной магистрали. Пропускная способность их должна быть вдвое большей, чем фильтров в нормальных условиях эксплуатации. В гидросистеме необходимо предусматривать перепускные клапаны.

Гидробаки должны иметь отстойники для сбора воды и устройства для слива конденсата. Во избежание попадания конденсата в гидросистему гидропривод полностью заполняется маслом, а для компенсации объемных изменений жидкости в процессе работы привода устанавливаются эластичные компенсаторы. В противном случае сообщение гидробака с атмосферой должно осуществляться через устройства, полностью исключающие попадание воды в рабочую жидкость.

В гидроприводах, работающих в условиях холодного климата, при пуске и в начальный период работы значительно возрастают потери давления в трубопроводах. При $-50...-60^{\circ}\text{C}$ потери давления рабочей жидкости в гидролиниях привода могут возрастать в 15...20 раз по сравнению с потерями давления при $+50^{\circ}\text{C}$. Для уменьшения потерь давления в трубопроводах необходимо обеспечить минимальную протяженность трубопроводов, со-

кратить число изгибов, соединений, переходов и т.п. Допустимая скорость рабочей жидкости во всасывающем трубопроводе - 0,85 м/с, в сливном - 1,4 м/с, в нагнетательном при номинальном давлении 32 МПа - 5 м/с.

Для сокращения времени выхода на установившийся тепловой режим целесообразно предусматривать теплоизоляцию гидробаков и трубопроводов. С этой же целью в гидроприводах можно применять устройства для подогрева рабочей жидкости в период пуска. Рекомендуется это делать в течение 20...30 мин. В гидравлической системе привода подогрев рабочей жидкости в период пуска обеспечивается путем пропускания всей подаваемой насосом рабочей жидкости через предохранительный клапан при номинальном рабочем давлении.

Пуск насосов в условиях низких температур должен производиться при постепенном повышении давления рабочей жидкости до номинального с выдержкой при давлении 10 МПа в течение 1...2 мин.

Для облегчения запуска приводного двигателя и во избежание выхода из строя насоса его привод рекомендуется осуществлять через разъединительные муфты (желательно фрикционные). При отсутствии конструктивной возможности применения разъединительных муфт необходимо ограничить частоту вращения вала при запуске для аксиально-поршневых гидронасосов до 1000 об/мин, шестеренных - до 1500 об/мин. В гидроприводах с замкнутой циркуляцией предусматривается автоматическое ограничение мощности насоса.

8.7. Основные неполадки в гидросистемах и способы их устранения

При эксплуатации гидропривода ввиду сложности конструкции многих его элементов, неизбежно возникают различного рода неисправности, которые необходимо вовремя определять и устранять. В табл. 8.1. приво-

дятся основные неполадки в гидросистемах машин, их причин и способы устранения.

№ п/п	Неполадки	Возможные причины	Способ устранения
1	Насос не подает жидкость в систему	Неправильное направление вращения вала насоса	Изменить вращение вала
		В баке мало рабочей жидкости	Долить жидкость до отметки маслоуказателя
		Засорился всасывающий трубопровод	Прочистить трубопровод
		Подсос воздуха во всасывающей трубе	Подтянуть соединение
		Поломка насоса	Устранить повреждения или заменить насос
		Велика вязкость жидкости	Заменить жидкость
		Засорился демпфер переливного клапана	Промыть клапан и прочистить демпферное отверстие
2	Насос не создает давления в системе	Насос не подает жидкость в систему	См. пункт 1
		Большой износ насоса (внутренние утечки велики)	Проверить производительность насоса на холостом ходу и под нагрузкой. При объемном КПД ниже паспортного заменить насос
		Большие внешние утечки по валу через корпус насоса	Заменить уплотнения. Проверить, нет ли раковин, трещин и т.д. При их обнаружении заменить насос
		Большие внешние утечки по валу через корпус насоса	Заменить уплотнения. Проверить, нет ли раковин, трещин и т.д. При их обнаружении заменить насос
		Большие внутренние утечки в гидросистеме	Заменить уплотнения. Проверить узлы гидросистемы на герметичность и отремонтировать

		«Завис» золотник предохранительного клапана или не «сел» на седло переливной клапан	Разобрать и промыть клапан, проверить состояние демпфера, пружины, шарика и его седла
		Уменьшение вязкости масла вследствие его нагрева (обычно выше 50°C)	Улучшить условия охлаждения масла
3	Шум и вибрация в системе	Большое сопротивление во всасывающем трубопроводе	Увеличить проходное сечение труб
		Мала пропускная способность фильтра или он засорился	Заменить фильтр или промыть его
		Подсос воздуха во всасывающей трубе	Подтянуть соединения
		Засорился сапун в баке	Прочистить сапун
		Вибрация клапана	Разобрать и проверить демпфирующие каналы
		Резкое изменение проходного сечения трубопроводов	Увеличить и выправить проходные сечения трубопроводов
		Нежесткое крепление трубопроводов	Закрепить трубопроводы
4	Неравномерное движение рабочих органов	Наличие воздуха в гидросистеме	Выпустить воздух из системы
		Давление настройки предохранительного клапана близко к давлению, необходимому для движения рабочих органов	Настроить предохранительный клапан на давление на 0,5... 1,0 МПа больше, чем давление, необходимое для движения рабочих органов
		Мало противодавление на сливе из цилиндра	Повысить сопротивление на сливе (регулировкой дросселя или подпорного клапана)
		Механическое заедание подвижных частей гидроцилиндра	Отремонтировать гидроцилиндр
		Неравномерная подача масла насосом. Шум и	Заменить насос

		стук в насосе вследствие поломки одной из лопаток или плунжера	
5	Резкое уменьшение скорости движения при росте нагрузки	Большие внутренние или внешние утечки в элементах гидросистемы	См. пункт 2
		Регулятор скорости заедает в открытом положении	Разобрать регулятор скорости, проверить исправность пружины и плавность перемещения золотника. Устранить дефекты, промыть и собрать регулятор
		Предохранительные и перепускные клапаны отрегулированы на низкое давление	Настроить предохранительные и перепускные клапаны
6	Постепенное уменьшение скорости движения рабочего органа	Загрязнение рабочей жидкости	Заменить жидкость и промыть гидросистему
		Засорение фильтров, дросселей и других аппаратов системы	Промыть аппаратуру
		Облитерация (заращивание) щелей дросселя	увеличить минимальное открытие дросселя или установить дроссель с меньшим минимальным расходом
		Износились уплотняющие поверхности гидроагрегатов или снизилась вязкость рабочей жидкости	Заменить износившиеся гидроагрегаты или заменить рабочую жидкость
7	Повышенное давление в нагнетательной линии при холостом ходе	Повысились потери давления в системе из-за неправильного выбора аппаратуры, уменьшенного проходного сечения трубопроводов, а также в результате некачественного монтажа	Заменить аппаратуру, установить трубопроводы с большим проходным сечением, исключить излишние изгибы, соединения и т.п.
		Засорился канал управления переливным клапаном распределителя	Прочистить каналы распределителя
		Повышенные механические сопротивления дви-	Устранить недостатки конструкции, отремонтировать

		жению рабочих органов	штоки цилиндров и т.п.
8	Повышенный нагрев масла в системе	Повышенные потери давления в трубопроводах и гидроаппаратуре. Плохой отвод тепла от бака и трубопроводов	См. пункт 7, а также улучшить теплоотвод от бака и труб
		Насос не разгружается во время пауз	Проверить работу разгрузочного устройства, устранить дефекты
		Неисправность терморегулирующей аппаратуры	Устранить неисправность
9	Обратный клапан пропускает жидкость при изменении направления потока	Клапан не прилегает седлу. Дефект рабочих кромок клапана или седла. Сломалась пружина клапана	Разобрать клапан, проверить состояние седла, конуса клапана и пружины. Устранить дефекты, промыть и собрать клапан
10	Предохранительный клапан не удерживает давления	Засорился демпфер или седло клапана. Потеря герметичности в системе дистанционной разгрузки	Прочистить демпфер, промыть потоком жидкости
		Износился шарик или седло	Заменить шарик или седло
		Сломалась пружина	Заменить пружину.
11	Давление за редукционным клапаном отсутствует	Засорился демпфер или седло клапана	См. пункт 10
		Износился шарик или седло	См. пункт 10
		Сломалась пружина	См. пункт 10
12	Через дренажные отверстия идут большие утечки	Износились уплотнения	Заменить уплотнения
		Износились рабочие поверхности подвижных распределительных устройств	Произвести ремонт или замену
13	Золотники с электрогидрав-	Заедание золотника в корпусе (задиры золот-	Снять электромагниты, проверить ручную перемеще-

	лическим управлением не переключаются при включении электромагнита	ника). Заклинивание золотника при грязном масле или осевшей возвратной пружине. Густое масло затрудняет перемещение золотника	ние золотника, проверить затяжку крепления корпуса золотника, промыть аппарат, сменить масло
		Якоря электромагнитов не перемещаются на полную величину хода	Проверить напряжение в зажимах электромагнита, устранить заедание якоря при перемещениях
		Расклепался конец толкателя	Заменить толкатель
		Засорилось дренажное отверстие в золотнике	Разобрать, промыть
14	Электромагниты гудят и перегреваются	См. пункт 13	См. пункт 13
		Слишком сильны возвратные пружины	Заменить на более слабые
		Напряжение питающего тока не соответствует номиналу	Отрегулировать напряжение электротока
		Расклепался якорь электромагнита	Переклепать якорь
15	Обрыв и трещины маслопроводов с нарушением герметизации	Недопустимые деформации гибких рукавов	Довести конструкцию маслопровода
		Старение и износ гибких рукавов	Заменить рукав
		Резонансные колебания трубопроводов	Закрепить трубы скобами
		Значительные пики давления в гидросистеме	Поставить перепускные клапаны и демпферы. Снизить скорость
16	Редукционный клапан не понижает давления или понижает недостаточно	Регулирующая пружина сжата почти до полного прилегания витков. Золотник клапана заедает. Засорилась линия отвода масла после шарика в бак. Осела регулирующая пружина. Засорилось демпферное отверстие золотника. Между шариком и седлом попа-	Разобрать клапан промыть и заменить дефектные детали

		ла грязь или поврежден шарик	
17	Скорость подачи силового узла мала и падает при нагрузке (регулирование с помощью регулятора расхода)	Засорилась щель дросселя	Разобрать и промыть с заменой дефектных деталей
		Ослабла пружина встроенного редуционного клапана или застрял золотник Повышение утечки в насосе и гидроагрегатах	Заменить износившиеся гидроагрегаты
		Большая вязкость масла	Заменить масло
18	Поток масла не реверсируется золотником приточного исполнения	Заедание золотника в корпусе вследствие грязного масла, пережима крепежных болтов, неплоскостности монтажной поверхности, полома возвратных пружин, отсутствия давления управления	Разобрать и промыть золотник. Ослабить крепежные болты. Повысить давление управления
		Сбился толкатель электромагнита золотника управления. Сгорела катушка или расклепался якорь	Заменить дефектные детали
19	Масло и пена выбрасываются через заливную горловину маслобака или крышку встроенного сливного фильтра	Избыток масла в баке.	Слить часть масла
		Подсос воздуха в гидросистему	Подтянуть соединения всасывающей линии
		Засорился фильтр или повреждены уплотнения крышки фильтра	Промыть фильтр изменить уплотнения
		Нет замедлительного клапана на сливе из цилиндра	Промыть фильтр и заменить уплотнения

8.8 Контрольные вопросы:

- 8.8.1 Типы гидроусилителей
- 8.8.2 Неполадки в гидросистемах машин и способ их устранения:
- 8.8.3 Насос не подает жидкость в систему
- 8.8.4 Насос не создает давление в системе
- 8.8.5 Шум и вибрация в системе
- 8.8.6 Неравномерное движение рабочих органов
- 8.8.7 Резкое уменьшение скорости движения при росте нагрузки
- 8.8.8 Повышенное давление в нагнетательной линии при холостом ходу
- 8.8.9 Повышенный нагрев масла в системе
- 8.8.10 Обрыв и трещины маслопроводов с нарушением герметизации

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ № 9 «ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ ПРИВОД»

9.1. Виды пневмоприводов

Магистральный пневмопривод характеризуется разветвленной сетью стационарных пневмолиний, соединяющих компрессорную станцию с цеховыми, участковыми потребителями в пределах одного или нескольких предприятий. Компрессорная станция оборудуется несколькими компрессорными линиями, обеспечивающими гарантированное снабжение потребителей сжатого воздуха с учетом возможной неравномерной работы последних. Это достигается установкой промежуточных накопителей пневмоэнергии (ресиверов) как на самой станции, так и на участках. Пневмолинии обычно резервируются, чем обеспечивается удобство их обслуживания и ремонта. Типовой комплект устройств, входящих в систему подготовки воздуха, показан на принципиальной схеме компрессорной станции (рис. 9.1.).

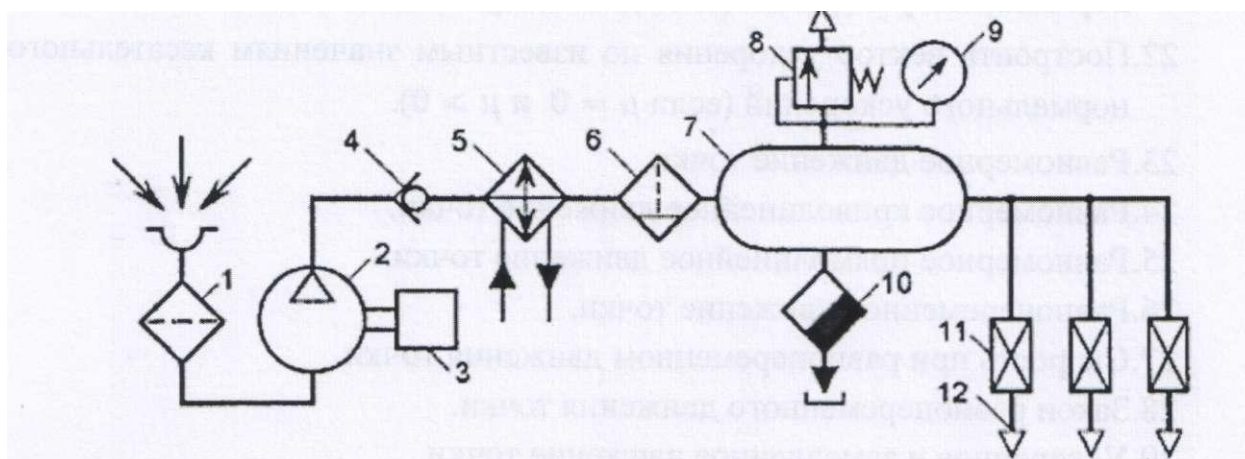


Рисунок 9.1 - Принципиальная схема компрессорной станции

Компрессор 2 с приводным двигателем 3 всасывает воздух из атмосферы через заборный фильтр 1 и нагнетает в ресивер 7 через обратный клапан 4, охладитель 5 и фильтр-влагодетелитель 6. В результате охлаждения воздуха водяным охладителем 5 происходит конденсация 70-80 % содержащейся в воздухе влаги, улавливаемой фильтром-влагодетелителем со 100-

процентной относительной влажностью воздух поступает в ресивер 7, который аккумулирует пневмоэнергию и сглаживает пульсацию давления. В нем происходит дальнейшее охлаждение воздуха и конденсация некоторого количества влаги, которая по мере накопления удаляется вместе с механическими примесями через вентиль 10. Ресивер обязательно оборудуется одним или несколькими предохранительными клапанами 8 и манометром 9. Из ресивера воздух отводится к пневмолиниям 12 через краны 11. Обратный клапан 4 исключает возможность резкого падения давления в пневмосети при отключении компрессора.

Компрессорный пневмопривод отличается от вышеописанного магистрального своей мобильностью и ограниченностью числа одновременно работающих потребителей. Передвижные компрессоры наиболее широко используются при выполнении различных видов строительных и ремонтных работ. По комплекту устройств, входящих в систему подготовки воздуха, он практически не отличается от вышеописанной компрессорной станции (водяной охладитель заменяется на воздушный). Подача воздуха к потребителям осуществляется через резинотканевые рукава.

Аккумуляторный пневмопривод ввиду ограниченного запаса сжатого воздуха в промышленности применяется редко, но широко используется в автономных системах управления механизмов с заданным временем действия. На рис. 11.4 показаны несколько примеров аккумуляторного питания пневмосистем.

Для бесперебойной подачи жидкости в гидросистему или топлива в двигатели внутреннего сгорания аппаратов с переменной ориентацией в пространстве применяется наддув бака с жидкостью (рис. 9.2., а) от пневмобаллона 1.

Вытеснение жидкости из бака 5, разделенного мембраной на две части, обеспечивается постоянным давлением воздуха, зависящим от настройки редукционного клапана 3 при включении электровентили 2. Предельное давление ограничивается клапаном 4.

Система ориентации летательного аппарата (рис. 9.2, б) состоит из управляющих реактивных пневмодвигателей 4, питающихся от шарового пневмобаллона 1 через редукционный клапан 2 и электроклапаны 5.

Для питания систем промышленной пневмоавтоматики часто используется не только средний (нормальный) диапазон давления воздуха (0,118...0,175 МПа), а и низкий диапазон (0,0012...0,005 МПа). Это позволяет уменьшить расход сжатого воздуха, увеличить проходное сечение элементов и, следовательно, снизить вероятность засорения дросселирующих устройств, а в некоторых случаях получить ламинарный режим течения воздуха с линейной зависимостью $Q = J(Ap)$, что весьма важно в устройствах пневмоавтоматики.

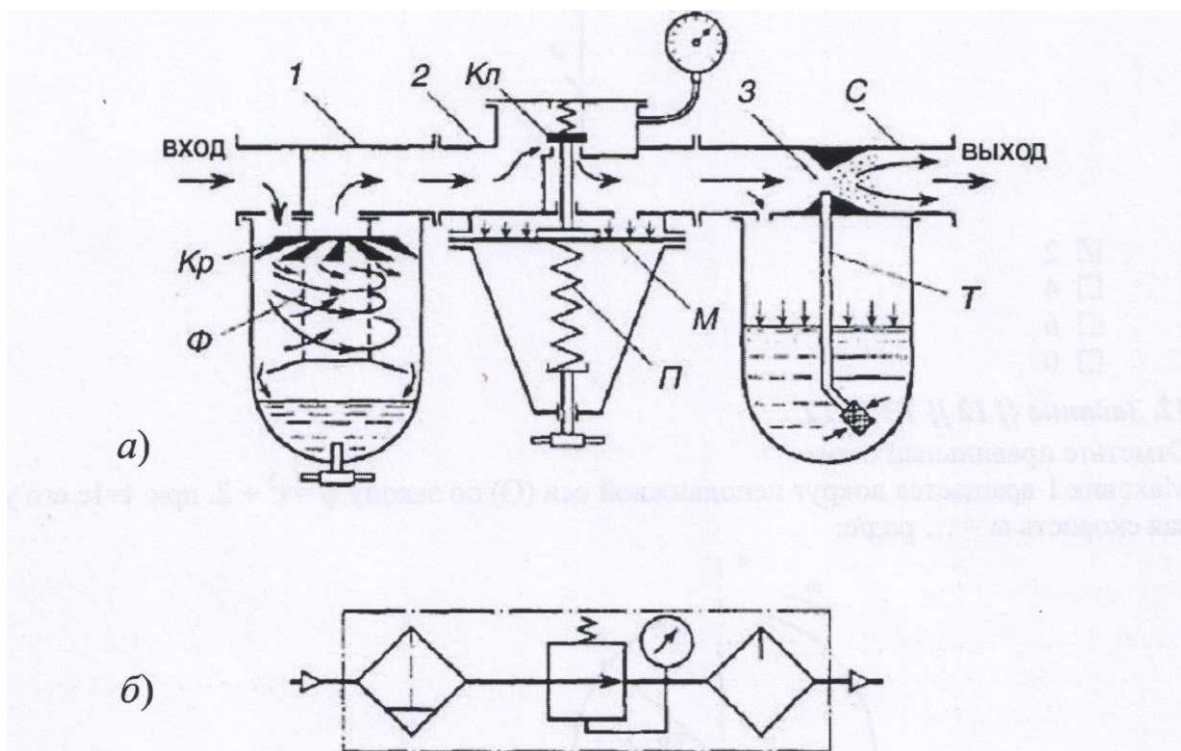
При наличии источника высокого давления можно обеспечить питание пневмосистемы низкого давления с большим расходом воздуха при помощи эжектора (рис. 9.2, в). От пневмобаллона высокого давления 7, оборудованного редукционным клапаном 4, манометром 2 и зарядным клапаном 3 воздух поступает на питающее сопло 5 эжектора. При этом внутри корпуса эжектора создается пониженное давление, и из окружающей среды через фильтр 6 подсасывается воздух, который поступает в приемное сопло 7 большего диаметра. После эжектора воздух вторично очищается от пыли фильтром 8 и поступает к устройствам 10 пневмоавтоматики. Манометром 9 контролируется рабочее давление, величина которого может корректироваться редуктором 4.

Все вышеописанные пневмосистемы относятся к разомкнутым (бесциркуляционным). На рис. 9.2, г показана замкнутая схема питания системы пневмоавтоматики, используемая в условиях пыльной атмосферы. Подача воздуха к блоку пневмоавтоматики 3 осуществляется вентилятором 1 через фильтр 2, причем всасывающий канал вентилятора соединен с внутренней полостью герметичного кожуха блока 3, которая одновременно через фильтр тонкой очистки 4 сообщается с атмосферой. Часто в качестве вентилятора

используются бытовые электропылесосы, способные создавать давление до 0,002 МПа.

Воздух, поступающий к потребителям, должен быть очищен от механических загрязнений и содержать минимум влаги. Для этого служат фильтры-влажнители, у которых в качестве фильтрующего элемента обычно используется ткань, картон, войлок, металлокерамика и другие пористые материалы с тонкостью фильтрации от 5 до 60 мкм. Для более глубокой осушки воздуха его пропускают через адсорбенты, поглощающие влагу. Чаще всего для этого используется силикагель.

В обычных пневмоприводах достаточную осушку обеспечивают ресиверы и фильтры-влажнители, но вместе с тем воздуху необходимо придавать смазочные свойства, для чего служат маслораспылители фитильного или эжекторного типа.



а - принципиальная схема; б - условное обозначение

Рисунок 9.2 - Типовой узел подготовки воздуха

9.2. Исполнительные пневматические устройства

На рис. 9.3, *a* показана схема радиально-поршневого мотора с передачей крутящего момента на вал через кривошипно-шатунный механизм.

В корпусе 7 симметрично расположены цилиндры 2 с поршнями 3. Усилие от поршней передается на коленчатый вал 5 через шатуны 4, прикрепленные шарнирно к поршням и кривошипу коленчатого вала. Сжатый воздух подводится к рабочим камерам по каналам 8, которые поочередно сообщаются с впускным *Vn* и выхлопным *Vx* каналами распределительного золотника б, вращающегося синхронно с валом мотора. Золотник вращается в корпусе

распределительного устройства 7, к которому подведены магистрали впуска и выхлопа воздуха.

Радиально-поршневые пневмомоторы являются относительно тихоходными машинами с частотой вращения вала до 1000... 1500 об/мин. Более быстроходны шестеренные и пластинчатые моторы (2000... 4000 об/мин), но самыми быстроходными (до 20000 об/мин и более) могут быть турбинные пневмомоторы, в которых используется кинетическая энергия потока сжатого воздуха. В частности, такие моторы используются для вращения рабочих колес вентиляторов на горных предприятиях.

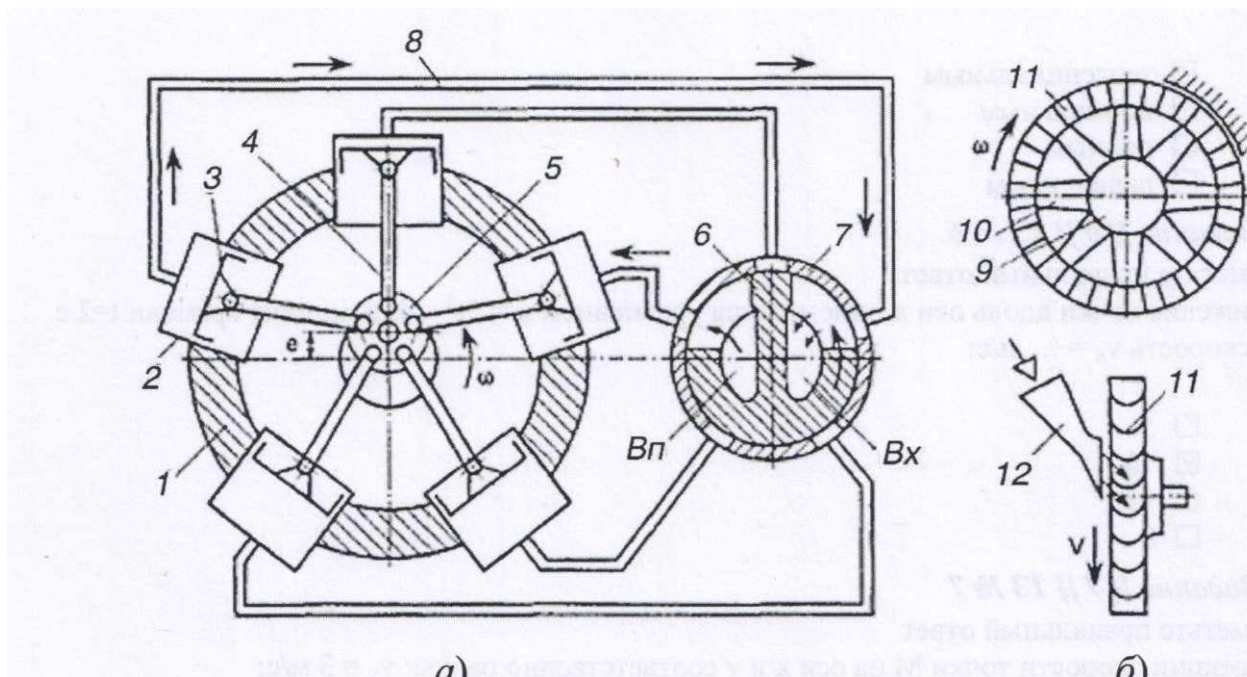


Рисунок 9.3 - Схемы пневмомоторов объемного (а) и динамического (б) действия

На рис.9.3, б показана схема пневмопривода колеса вентилятора, состоящего из ступицы 9 с лопаток 10, к которым жестко прикреплен вращающийся обод с лопатками пневмомотора 11. Поток сжатого воздуха, вытекающий из сопла 12 по касательной к изогнутым лопаткам 11, отдает свою энергию и заставляет вращаться колесо вентилятора с большой скоростью. Описанное устройство можно назвать пневмопреобразователем, преобразующим поток воздуха высокого давления в поток низкого давления с гораздо большим расходом.

Пневмопривод отличается большим разнообразием оригинальных исполнительных устройств с эластичными элементами в форме мембран, оболочек, гибких нитей, рукавов и т.н. Они широко используются в зажимных, фиксирующих, переключающих и тормозных механизмах современных автоматизированных производств. К ним относятся *мембранные и сифоны пневмоцилиндры* с относительно малой величиной рабочего хода штока. Плоская резиновая мембрана позволяет получить перемещение штока на 0,1...0,5 от ее эффективного диаметра. При выполнении мембраны в форме

гофрированного чулка рабочий ход увеличивается до нескольких диаметров мембраны. Такие пневмоцилиндры называются *сильфонными*. Они могут быть с внешним и внутренним подводом воздуха. В первом случае длина гофрированной трубки под действием давления уменьшается, во втором увеличивается за счет деформации гофров. В качестве эластичного элемента применяется резина, резинотканевые и синтетические материалы, а также тонколистовая сталь, бронза, латунь.

Увеличение скорости выполнения операций во многих случаях достигается применением пневмозахватов, схемы которых показаны на рис. 9.4.

Для перемещения листовых изделий используются пневмоприсоски, относящиеся к вакуумным захватам безнасосного и насосного типа. В захватах безнасосного типа (рис. 9.4, *а*) вакуум в рабочей камере *К* создается при деформации самих элементов захвата, выполненных в виде гибкой тарелки, прилегающей своей кромкой к детали и подвижным поршнем, к которому прикладывается внешнее усилие. Величина вакуума при подъеме детали пропорциональна ее весу и обычно бывает не более 55 кПа. Для обеспечения лучшего притяжения, особенно для недостаточно гладкой поверхности детали, применяют захваты насосного типа, у которых воздух из рабочей камеры отсасывается насосом до глубины вакуума 70... 95 кПа.

Часто применяют простые устройства эжекторного типа (рис. 9.4, *б*), в которых кинетическая энергия струи жидкости, пара или воздуха используется для отсасывания воздуха из рабочей камеры *К*, находящейся между присоской *77* и деталью. Сжатый воздух, поступающий на вход *А*, проходит с большой скоростью через сопло *Б* эжектора и создает пониженное давление в камере *В* и канале *Г*, сообщающимся с рабочей камерой *К*.

Для зажима деталей цилиндрической формы применяют пневмозахваты, выполненные по схемам *в я з* (рис. 9.4.). При подводе воздуха в рабочую камеру *К* упругий цилиндрический колпачок охватывает шейку вала и создает усилие, достаточное для его зажима. На схеме *г* показан двухсторонний

пневмозахват, рабочими элементами которого служат сильфоны с односторонним гофром. При создании избыточного давления внутри сильфона гофрированная сторона растягивается на большую длину, чем гладкая, что вызывает перемещение незакрепленной (консольной) стороны трубки в направлении охватываемой детали. Такими устройствами можно фиксировать детали не только круглой формы, но и с любыми фасонными поверхностями.

В ряде случаев возникает потребность в перемещении рабочих органов на большие расстояния до 10...20 м и более по прямолинейной или искривленной траектории. Применение обычных штоковых пневмоцилиндров ограничено рабочим ходом до 2 м. Конструкции бесштоковых пневмоцилиндров, удовлетворяющих этим требованиям, показаны на рис. 9.5.

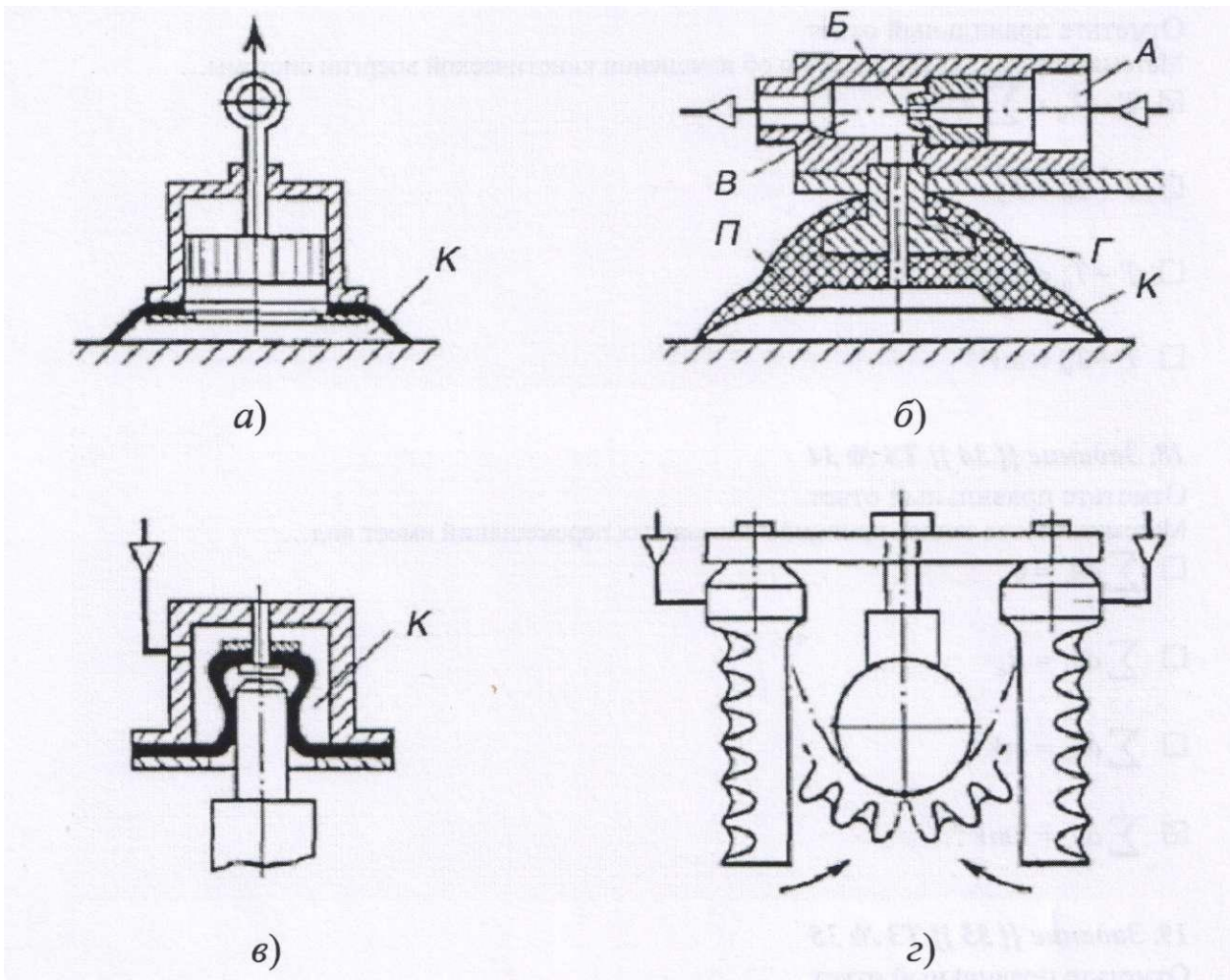


Рисунок 9.4. - Схемы пневмозахватов

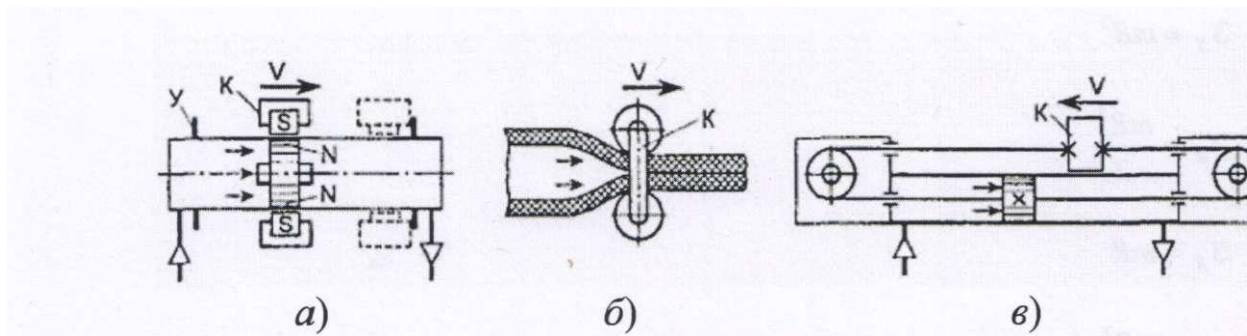


Рисунок 9.5 - Схемы бесштоковых пневмодвигателей поступательного движения

Отсутствие жесткого штока позволяет практически в два раза уменьшить длину цилиндра в выдвинутом положении. На схеме а показан длинноходовой пневмоцилиндр с передачей усилия через сильный постоянный магнит. Абсолютно герметичная гильза цилиндра выполнена из немагнитного материала, а ее внутренняя полость разделяется поршнем на две камеры, к которым подводится сжатый воздух. В поршне и каретке К, соединенной с рабочим органом, встроены противоположные полюса магнита S и N , взаимодействие которых обеспечивает передачу движущего усилия на каретку, скользящую по направляющим на внешней поверхности гильзы. Ход каретки ограничивается конечными упорами У.

Практически неограниченную длину хода имеют пневмоцилиндры с эластичной гильзой (рис. 9.5, б), охватываемой двумя роликами, соединенными кареткой К. Такие пневмоцилиндры очень эффективны для перемещения штучных грузов по сложной траектории и в приводах с небольшими рабочими усилиями.

Пневмоцилиндр с гибким штоком показан на схеме рис. 9.5, в. В такой конструкции тяговое усилие передается на каретку К от поршня через гибкий элемент (обычно стальной трос, облицованный эластичной пластмассой),

охватывающий обводной и натяжной ролики, расположенные на крышках цилиндра.

9.3 Монтаж объемных гидроприводов

Требования к установке гидроагрегатов. Установка гидроагрегатов должна осуществляться обеспечением удобного доступа к узлам и элементам. Замена агрегатов не должна вызывать необходимости демонтажа соседних узлов и элементов гидропривода.

Гидромашины не должны воспринимать нагрузок от веса присоединительных трубопроводов или усилий, возникающих вследствие упругой деформации трубопроводов.

Во всасывающей гидролинии насосов должен обеспечиваться необходимый подпор рабочей жидкости. Диаметр всасывающего трубопровода должен быть не меньше условного прохода всасывающего отверстия насоса. Скорость течения рабочей жидкости во всасывающем трубопроводе не должна превышать 1,2 м/с. Всасывающий трубопровод должен обладать минимально возможным сопротивлением. Допустимое разрежение во всасывающем трубопроводе 0,02...0,025 МПа. Сливной трубопровод в гидроприводах с разомкнутой циркуляцией рабочей жидкости, а также в насосах подпитки должен иметь размеры, обеспечивающие перемещения рабочей жидкости в нем со скоростью, не превышающей скорость ее движения во всасывающем трубопроводе. В противном случае при сливе в гидробаке образуется масляная эмульсия (смесь масла и воздуха). Сливная труба должна погружаться в масло, иметь скос под углом 45°; минимальное расстояние от дна бака до трубы должно составлять 2,5 наружного диаметра сливной трубы.

Дренажные отверстия на корпусах гидромашин должны располагаться в верхнем положении для исключения образования камер, заполненных воздухом. При значительной длине дренажного трубопровода его сечение необходимо увеличивать во избежание повышения давления внутри корпуса гидромашин.

Соединение гидроагрегатов выполняется с помощью стальных трубопроводов или резинометаллических рукавов.

Основные требования к монтажу гибких рукавов следующие: рукав должен висеть не перегибаясь в месте заделки; резкие изгибы и скручивание не допускаются; при работе не должно быть трения рукавов одного об другой и о детали конструкции; длина прямого участка рукава около присоединительной арматуры - не менее шести наружных его диаметров.

В самой высокой точке трубопровода должно находиться устройство для удаления воздуха.

Сборка и установка гидроагрегатов. Монтаж объемного гидропривода необходимо начинать с проверки наличия всех комплектующих узлов и деталей. Убедившись в исправности, приступают к монтажу гидроагрегатов, гидромашин, гидроаппаратуры, соединительных трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Затем монтируют системы управления, охлаждения и т.п. Все отверстия для подвода и отвода рабочей жидкости должны быть закрыты соответствующими заглушками. Трубопроводы тщательно очищаются, а их внутренние поверхности протравливаются. Затем трубы промываются в специальных промывочных ваннах, просушиваются сжатым воздухом и закупориваются до установки на машину. Перед монтажом трубопроводы должны быть испытаны на давление, превышающее максимальное рабочее в 2 раза.

Особое внимание необходимо уделять правильному монтажу уплотнительных устройств. На поверхности деталей, сопрягаемых с уплотнением не допускаются риски, забоины, сколы, заусенцы и другие дефекты. Размеры и чистота сопряженных поверхностей должны соответствовать требованиям нормативно-технической документации.

Перед установкой уплотнение, а также поверхности деталей, сопрягаемых с уплотнением, протирают безворсовым тампоном, смоченным в бензине. Затем их сушат при комнатной температуре до полного испарения бен-

зина и смазывают рабочей жидкостью или смазочным материалом, инертным к материалу уплотнений.

Не допускается перекос уплотнительного узла, чрезмерное растяжение, скручивание и механическое повреждение уплотнений. В случае отсутствия заходных фасок на уплотняемых деталях или при монтаже уплотнений на детали, имеющие неровности и ступенчатую форму, применяют специальные монтажные оправки.

Монтаж и демонтаж узлов и элементов объемного гидропривода проводят в соответствии с инструкцией по его эксплуатации.

9.4 Заправка гидросистемы рабочей жидкостью

По окончании монтажных работ в гидросистему заливают рабочую жидкость требуемой марки и в нужном объеме. Содержание воды в ней не допускается. Очистка от механических примесей проводится на специальных установках. Рабочая жидкость фильтруется. Тонкость фильтрации не должна быть больше той, которая обеспечивается самым «тонким» фильтром, установленным в гидросистеме.

Надежность гидропривода напрямую зависит от чистоты рабочей жидкости, поэтому при заправке необходимо предохранять масло от загрязнений на различных технологических этапах. Заправка должна проводиться заправочными станциями с ручным или механизированным приводом. Преимуществом заправочных станций является наличие резервуара, предохраняющего масло от загрязнения в процессе транспортирования, хранения и заливки, приемных и напорных фильтров тонкой очистки, обеспечивающих необходимую тонкость фильтрации при заправке.

Заправка объемного гидропривода делится на три этапа. На первом масло заливается в корпус гидромашины, а воздух удаляется дренажной системой. Для этого производится подача рабочей жидкости через монтажный

трубопровод в нижнюю дренажную точку гидропривода. По мере поступления рабочей жидкости воздух через верхнюю дренажную точку вытесняется в гидробак. На втором этапе осуществляется заливка рабочей жидкости в гидробак до верхнего уровня. На третьем этапе заправляется гидросистема. При этом проводят пробные пуски объемного гидропривода на холостых режимах при минимальной частоте вращения приводного вала. Пробные пуски мобильных машин производят с перерывами в течении 15 с при помощи стартера. Контроль за наполнением гидросистемы осуществляется по понижению уровня масла в гидробаке. После заполнения приводной двигатель запускается на холостых режимах в течении 3...5 мин, после чего производится дозаправка до нужного уровня рабочей жидкости по метке на указателе гидробака.

9.5 Контрольные вопросы:

- 9.5.1 Виды пневмоприводов
- 9.5.2 Исполнительные пневматические устройства
- 9.5.3 Назначение фильтров – влагоотделителей
- 9.5.4 Чем достигается увеличение скорости операций
- 9.5.5 Принцип действия компрессорной станции

Отчет выполнил студент _____ « ____ » _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ « ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ № 10 «РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ»

10.1 Задание

Изучить назначение и основные требования, предъявляемые к рулевому управлению автомобилей.

Рассмотреть условия и кинематику поворота колесной машины. Уяснить понятия: центр поворота, радиус поворота, рулевая трапеция. Рассмотреть особенности поворота колесной машины путем изменения положения передних направляющих колес при неподвижной передней оси, а также при помощи складывающейся рамы.

Изучить классификацию и основные схемы рулевых управлений. Используя разрезы тракторов и автомобилей; выяснить назначение и расположение отдельных механизмов и элементов рулевого управления: рулевого колеса с валом, рулевого механизма, деталей привода, гидроусилителя, рулевой трапеции.

Изучить установку направляющих колес, выяснить назначение развала и схождения колес, поперечного и продольного наклонов шкворней; обратить внимание на регулировку развала и схождения колес.

Изучить устройство, работу и регулировки рулевого управления автомобиля ГАЗ-53А.

Рассмотреть возможные характерные неисправности рулевого управления, выяснить их влияние на работу трактора и автомобиля и способы устранения.

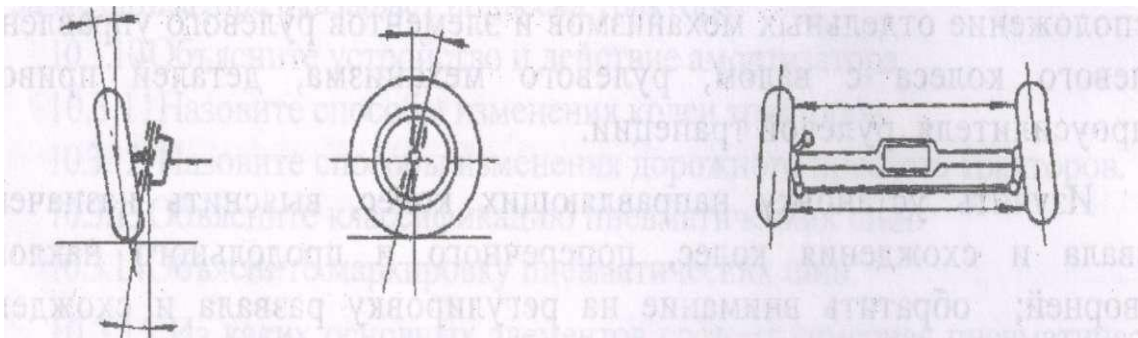
Ознакомиться с техническим обслуживанием рулевого управления.

10.2 Отчет

10.2.1 Внесите в таблицу данные по рулевым управлениям автомобилей

		ГАЗ-53А
Тип рулевого управления		
Нормальное усилие на рулевом колесе, кг		
Допустимый свободный ход рулевого колеса, град		
Величина схождения колес, мм		

10.2.2 На приведенных схемах обозначьте: - развал колес, - поперечный наклон шкворня, - продольный наклон шкворня, - схождение колес.



10.2.3 Объясните назначение развала колес

10.2.4 Объясните назначение схождения колес

10.2.5 Объясните назначение продольного наклона шкворня.

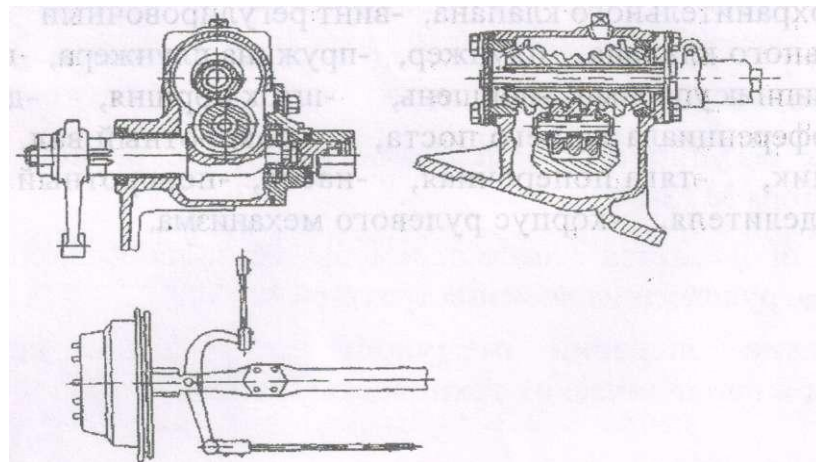
10.2.6 Объясните назначение поперечного наклона шкворня

10.2.7 Почему в основе рулевого привода лежит трапеция, а не прямоугольник?

10.2.8 Объясните регулировку схождения колёс (на примере автомобиля ГАЗ-53А).

10.2.9 В чём могут состоять причины увеличения свободного хода рулевого колеса ГАЗ-53А?

10.2.10 Обозначьте на схеме цифрами основные детали и узлы рулевого управления автомобиля ГАЗ-53А. Опишите регулировки рулевого управления.



- продольная рулевая тяга, - поперечная рулевая тяга, - рулевая сошка,
- поворотный рычаг, - рычаг рулевой трапеции, - шарнирное соединение
рулевой тяги, - цапфа колеса, - рулевой вал, - вал сошки, - трехгребневый
ролик, - прокладки регулировочные, - червяк - стопорный штифт,
- регулировочный винт, - ось ролика, - колпачковая гайка, - стопорная
шайба.

10.3 Контрольные вопросы

10.3.1 Какие требования предъявляются к рулевым управлениям автомобилей?

10.3.2 Какие типы рулевых управлений применяются на автомобилях?

10.3.3 Какие условия должны быть выполнены для правильного поворота колесной машины?

10.3.4 Из каких основных элементов состоит рулевое управление?

10.3.5 В чем состоит назначение рулевой трапеции?

10.3.6 Объясните устройство и действие рулевого управления автомобиля.

10.3.7 Как регулируются подшипники червяка рулевого механизма автомобиля ГАЗ-53А?

10.3.8 Как проверяется и регулируется зацепление ролика с червяком в рулевом механизме автомобиля ГАЗ-53А?

10.3.9 Как проверяется и регулируется шарнирное соединение рулевых тяг?

10.3.10 В чем состоит назначение гидроусилителя рулевого управления?

10.3.11 Какие операции по уходу за рулевым управлением выполняются при периодических технических уходах?

Отчет выполнил студент _____ «_____» _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ «_____» _____ 20__

ЗАДАНИЕ №11 «ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ТРАКТОРОВ И АВТОМОБИЛЕЙ»

11.1 Задание

Изучить назначение тормозной системы автомобилей и предъявляемые к ней требования. Рассмотреть виды торможения.

Рассмотреть диаграмму торможения, уяснить понятия: время реакции водителя, время срабатывания тормозного привода, время торможения, путь торможения. Изучить основные типы колесных и центральных тормозов. Выяснить особенности, преимущества, недостатки и области применения ленточных, колодочных и дисковых тормозов.

Рассмотреть особенности, преимущества, недостатки и области применения механического, гидравлического, и пневматического приводов тормозов. Уяснить требования, предъявляемые к тормозному приводу.

Изучить устройство, действие и регулировки тормозной системы с пневматическим приводом. Рассмотреть устройство и действие компрессора, воздушного ресивера с предохранительным клапаном, регулятора давления, крана управления (одинарного и двойного), тормозной камеры, колесного тормоза.

Изучить устройство, действие и регулировки тормозной системы с гидравлическим приводом. Уяснить устройство и действие главного тормозного цилиндра, гидровакуумного усилителя, колесного тормоза.

Изучить устройство и действие центрального тормоза.

Рассмотреть основные характерные неисправности тормозной системы, их влияние на работу трактора и автомобиля и способы устранения.

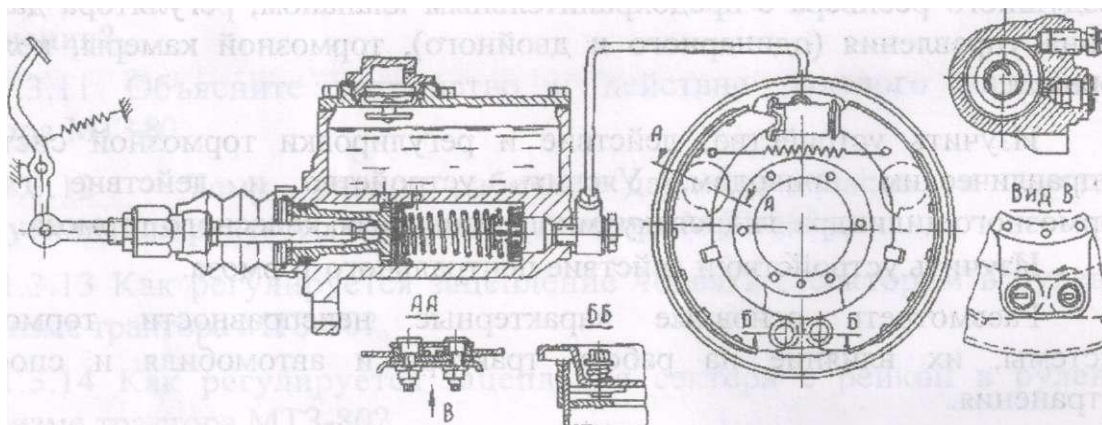
Ознакомиться с техническим обслуживанием и особенностями ухода за тормозными системами.

11.2 Отчет

11.2.1 Внесите в таблицу данные по тормозным системам автомобилей

Показатель	Автомобиль	
		ГАЗ-53А
Тип тормозного привода		
Тип колесного тормоза		
Наличие усилителя привода тормозов		
Нормальный свободный ход тормозной педали, мм		

11.2.2 Обозначьте на схеме цифрами основные узлы и детали тормозной системы с гидравлическим приводом. Объясните действие системы при торможении и оттормаживании.



-главный тормозной цилиндр, -колесный тормозной цилиндр, -тормозная педаль, -пружина педали, -штуцер для спуска воздуха из тормозной системы, -поршень, -манжета, -шток, -тяги регулировочная, -упорная шайба, -возвратная пружина поршня, -впускной клапан, -пружина впускного клапана, -перепускное отверстие поршня, -перепускное отверстие

главного тормозного цилиндра, -компенсационное отверстие, -пластинчатый клапан, -стяжная пружина колесного тормоза, -тормозная колодка, - эксцентрик, -болт эксцентрика, -пружина эксцентрика, -спорны палец, -эксцентрик опорного пальца.

а) при торможении

б) при оттормаживании

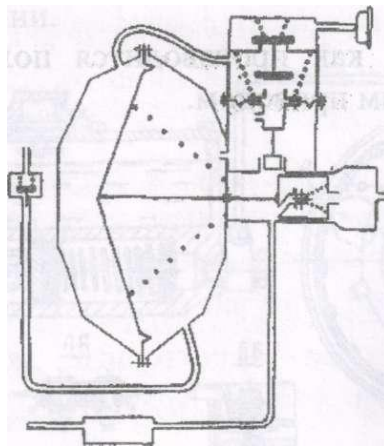
11.2.3 Объясните, как производится текущая регулировка колесного тормоза с гидравлическим приводом.

11.2.4 Объясните, как производится полная регулировка колесного тормоза с гидравлическим приводом.

11.2.5 Как отрегулировать свободный ход педали тормоза с гидравлическим приводом (на примере автомобиля ГАЗ-53А)?

11.2.6 Изложите последовательность удаления воздуха из тормозной системы с гидравлическим приводом.

11.2.7 Обозначьте на схеме цифрами основные элементы гидровакуумного усилителя привода тормозов. Объясните его действие.



- запорный клапан, -главный тормозной цилиндр, -корпус усилителя,
- диафрагма, -пружина диафрагмы, -шток, -вакуумный клапан,
- воздушный клапан, -поршень клапана управления, -воздушный фильтр,
- поршень усилителя, -клапан поршня усилителя

11.3 Контрольные вопросы

11.3.1 В чем состоит назначение тормозной системы автомобиля?

11.3.2 Какие основные требования предъявляются к тормозным системам автомобилей?

11.3.3 Назовите типы колесных и центральных тормозов, дайте им сравнительную оценку.

11.3.4 Какие типы приводов тормозов применяются в автомобилях? Дайте им сравнительную оценку.

11.3.5 Объясните устройство, действие и регулировки тормозной системы с пневматическим приводом.

11.3.6 Объясните устройство, действие и регулировки тормозной системы с гидравлическим приводом.

11.3.7 Объясните устройство и действие колесного колодочного тормоза.

11.3.8 Объясните устройство и действие колесного дискового тормоза.

11.3.9 В чем состоит назначение усилителя привода тормозов?

11.3.10 Объясните устройство и действие главного тормозного цилиндра тормозов с гидравлическим приводом.

11.3.11 Объясните устройство и действие компрессора пневматической системы тормозов.

11.3.12 Чему равно рабочее давление воздуха в тормозной системе с пневматическим приводом?

11.3.13 На какое давление срабатывания регулируется регулятор давления тормозной системы с пневматическим приводом?

11.3.14 При каком давлении срабатывает предохранительный клапан пневматической тормозной системы?

2.3.15 Объясните назначение, устройство и действие одинарного и двойного тормозных кранов управления тормозной системы с пневматическим приводом.

2.3.16 Объясните устройство и действие тормозных камер пневматической тормозной системы.

2.3.17 По каким признакам судят о том, что в тормозную систему с гидравлическим приводом попал воздух?

2.3.18 В чем могут состоять причины того, что тормоза не растормаживаются?

2.3.19 В чем могут состоять причины увода автомобиля в сторону при торможении?

2.3.20 Какие тормозные жидкости используют в тормозных системах с гидравлическим приводом?

2.3.21 Какие операции по уходу за тормозными системами выполняют при техническом обслуживании автомобилей?

Отчет выполнил студент _____ «_____» _____ 20__ г.

Отчет принял преподаватель _____ «_____» _____ 20__ г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Артемьева Т.В., Лысенко Т.М., Румянцева А.И., Стесин С.П. Гидравлика, гидромашины, гидропневмопривод / под ред. С.П. Стесина.- М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 336 с. ISBN 978-5-7695-5127-7
2. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник, ч.2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / под ред. А.А. Шейпака. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.
3. Схиртладзе А.Г., Иванов В.И., Кареев В.Н. Гидравлические и пневматические системы. – М.: Высш. шк., 2006. – 534 с. ISBN 5-06-004452-1
4. Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницин В.И. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие. – М.: «КолосС», 2006 – 352 с.