МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»

Д. Ю. Киселев, Ю. В. Киселев

Общие сведения и конструкция гидравлической системы вертолета Ми-8

Электронное учебное пособие

САМАРА
2012

Авторы: **Киселев Денис Юрьевич,**

Киселев Юрий Витальевич

Киселев, Д. Ю. Общие сведения и конструкция гидравлической системы вертолета Ми-8 [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие/ Д. Ю. Киселев, Ю. В. Киселев; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон. текстовые и граф. дан. (2,5 Мбайт). - Самара, 2012. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

В пособии изложены общие сведения о конструкции гидравлической системы вертолета, приведены основные технические данные, представлены принципы работы агрегатов.

Приведено описание основных элементов гидравлической системы, представлены принципы их работы, размещение агрегатов и принципы технического обслуживания.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, обучающихся по направлению 162300.62 «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» при изучении дисциплины «Конструкция и техническое обслуживание вертолетов» в 3 и 4 семестрах. Пособие может быть полезна студентам других направлений и специальностей, изучающих конкретную авиационную технику.

Подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

© Самарский государственный

аэрокосмический университет, 2012

Содержание

1 Общие сведения. 2
2 Работа основной и дублирующей систем. 6
3 Агрегаты гидравлической системы 9
3.1 Панель гидроагрегатов. 9
3.2 Гидробак. 9
3.3 Насосы НШ-39М 11
3.4 Фильтры 12
3.4.1. Фильтр 8Д2.966.017-2. 13
3.4.2. Фильтр тонкой очистки ФГ-11СН. 14
3.5 Автомат разгрузки насоса ГА-77В. 15
3.6 Работа автомата разгрузки насоса ГА-77В 17
3.7 Гидроаккумуляторы 18
3.8. Электромагнитный кран ГА-74М/5. 19
3.9 Электромагнитные краны ГА-192Т. 21
3.10 Автоматический клапан ГА-59/1 22
3.11 Дозатор ГА-172-00-2. 24
3.12 Обратный клапан ОК-10А 27
3.13 Бортовая панель. 27
3.14 Цилиндр управления фрикционом ручки ШАГ-ГАЗ. 28
3.15 Гидравлический упор. 30
3.16 Трубопроводы гидросистемы. 32
4. Гидроусилители КАУ-30Б и РА-60Б. 33
4.1 Гидроусилитель КАУ-30Б 34
4.2 Гидроусилитель РА-60Б 43
5. Техническое обслуживание. 46
Список использованных источников 52

1 Общие сведения.

Гидравлическая система предназначена для питания рабочей жидкостью гидроусилителей, гидроцилиндра расстопоривания фрикциона ручки ШАГ-ГАЗ и цилиндра гидроупора.

Гидросистема вертолета для надежности эксплуатации состоит из основной и дублирующей систем, имеющими несколько различное назначение. Гидросистема обладает необходимыми техническими данными для выполнения полета на всех режимах и при любых условиях. Основная система обеспечивает питание всех гидроагрегатов, а дублирующая - питание только гидроусилителей в случае отказа основной гидросистемы.

В гидросистеме предусмотрен принцип дублирования агрегатами и трубопроводами дублирующей системы, за исключением агрегатов и трубопроводов переключения гидроусилителей на комбинированное управление автопилота (кранов ГА-192/2), а также гидроцилиндра управления фрикционом ручки «Шаг-газ», гидроупора и дозаторов ГА172-00-2 и ГА172-00-3Т. Эти агрегаты установлены только в основной гидросистеме.

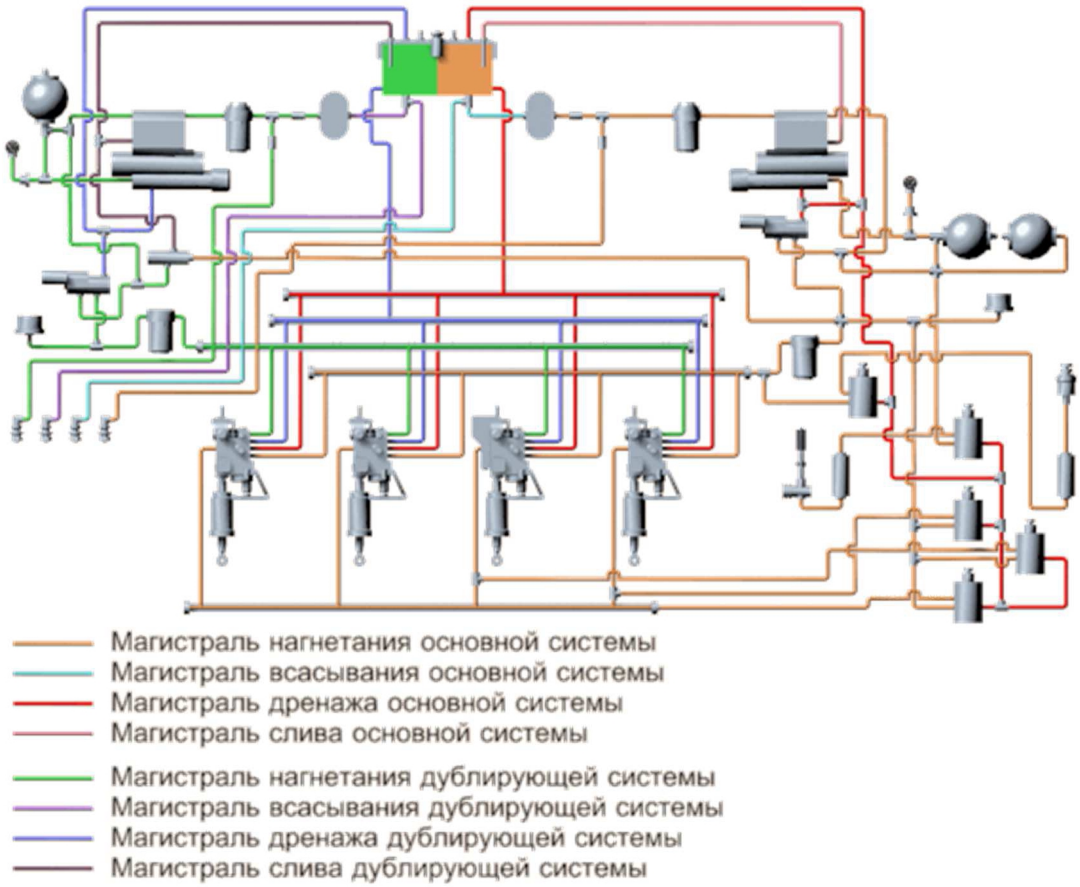


Рисунок 1 – Принципиальная схема гидросистемы

Все агрегаты основной и дублирующей гидросистем, за исключением гидронасосов, гидроусилителей, гидроупора и ручки «Шаг-Газ», смонтированы на специальной панели и образуют отдельный гидроблок, который установлен в редукторном отсеке.

Основная система предназначена для питания:

- комбинированных гидроусилителей, включенных в систему управления вертолетом;
- гидроцилиндра расстопаривания фрикциона ручки «Шаг-газ»;
- гидроупора, ограничивающего отклонение тарелки автомата перекоса до 2°±12' при работе несущего винта на земле и при полностью обжатом штоке цилиндра низкого давления амортизационной стойки главного шасси.

Дублирующая система обеспечивает питание комбинированных гидроусилителей при выходе из строя основной системы и только в режиме ручного управления

Переход на питание гидроусилителей от дублирующей системы осуществляется автоматически при понижении давления в основной системе до (3±0,5) МПа [(30±5) кгс/см2]. При повышении давления в основной гидросистеме до (3,5 ±0,5) МПа [(35±5) кг/см2] линия нагнетателя от насоса дублирующей системы соединяется с линией слива в бак, причем насос работает без нагрузки в режиме холостого хода.

Насосы НШ-39М основной и дублирующей систем установлены на приводах главного редуктора вертолета, что обеспечивает работу гидросистемы при отказе двигателей и переходе вертолета на режим самовращения несущего винта. Подача жидкости к насосам обеих систем осуществляется из одного бака, разделенного герметичной перегородкой на две полости, чем обеспечивается раздельное питание насосов основной и дублирующей систем

Поддержание рабочего давления жидкости в гидросистеме в диапазоне от (4,5±0,3) МПа [(45±3) кгс/см2] до ($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [65^{+8}_{-2} кгс/см2] обеспечивается автоматами разгрузки насосов ГА-77В.

Гидроусилители КАУ-ЗОБ и РА-60Б при работе в ручном режиме могут питаться как от основной, так и от дублирующей систем, а при работе комбинированном режиме - только от основной системы. Включение и выключение гидроусилителей осуществляется электромагнитными кранами ГА-74М/5 управляемыми из кабины экипажа

Контроль за работой основной дублирующей систем обеспечивается двумя манометрами ДИМ-100К и сигнализаторами давления МСТ-35А в

основной системе и МСТ-25А в дублирующей. В магистрали агрегатов, расположенных на значительном расстоянии от источников питания гидросистемы установлены дозаторы, которые предотвращают вытекание рабочей жидкости при повреждении трубопроводов.

Для проверки работы гидросистемы при неработающей силовой установке на левом борту фюзеляжа между шпангоутами № 12 и 13 установлен; бортовая панель с клапанами для под соединения шлангов наземной гидроустановки к основной и дублирующей системам.

Все агрегаты основной и дублирующей систем, за исключением насосов НШ-39М. гидроусилителей КАУ-30Б, РА-60Б, гидроцилиндра фрикциона ручки ШАГ-ГАЗ, цилиндра гидроупора, смонтированы на панели гидроагрегатов, установленной в концевом отсеке капотов в непосредственной близости от насосов и гидроусилителей. Это значительно сокращает длину трубопроводов и обеспечивает удобство и быстрый монтаж и демонтаж агрегатов гидросистемы. Агрегаты гидросистемы соединены между собой трубопроводами и гибкими шлангами с помощью арматуры.

Основные технические данные

Рабочая жидкость	масло АМГ-10
Рабочее давление в основной и дублирующей системах, МПа (кгс/см²)	$4{,}5\pm0{,}3\ldots 6{,}5\,^{+0,8}_{-0,2}$
	$(45\pm3\ldots 65\,^{+8}_{-2})$
Диапазон температур окружающего воздуха, при которых обеспечивается работа гидросистемы, °С	от —50 до +60
Количество жидкости, заправляемой в гидросистему, л	22
в том числе:	
гидравлический бак основной системы	10
гидравлический бак дублирующей системы	10
трубопроводы	2
Допустимая температура рабочей жидкости, °С	до +70
Давление в системе, кгс/см², при котором происходит переключение насоса:	
на рабочий режим	45±3
на режим холостого хода	$65\,^{+8}_{-2}$
Минимальное давление в основной системе, при котором происходит переключение гидроусилителей на питание от дублирующей системы, кгс/см²	30±5
Давление в основной системе, при котором происходит переключение питания гидроусилителей с дублирующей системы на основную, кгс/см²	35±5
Давление в газовой полости гидроаккумуляторов (при отсутствии давления в гидросистеме), кгс/см²	30±2

Перечень агрегатов, входящих в основную и дублирующую системы, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Агрегат	Число в системе	
	основной	дублирующей
Гидробак	1	1
Насос шестеренчатый НШ-39М	1	1
Обратный клапан ОК-10А	2	2
Фильтр тонкой очистки 8Д2.996.017-2	1	1
Автомат разгрузки насоса ГА-77В	1	1
Дистанционный электрический манометр ДИМ-100	1	1
Гидроаккумулятор	2	1
Электромагнитный кран ГА-74М/5	1	1
Сигнализатор давления МСТ-35А	1	—
» » МСТ-25А	—	1
Фильтр тонкой очистки ФГ-11СН	1	1
Электромагнитный кран ГА-192Т	5	—
Клапан ГА-59/1	—	1
Дозатор ГА-172-00-2	2	—
Цилиндр управления фрикционом ручки ШАГ—ГАЗ	1	—
Бортовой клапан нагнетания	1	1
» » всасывания	1	1
Коллекторы подачи жидкости к гидроусилителям	2	1
Коллекторы слива жидкости из гидроусилителей в бак	1	1
Цилиндр гидроупора	1	—

Кроме этого, в гидросистему входят комбинированные гидроусилители РА-60Б и КАУ-30Б.

2 Работа основной и дублирующей систем.

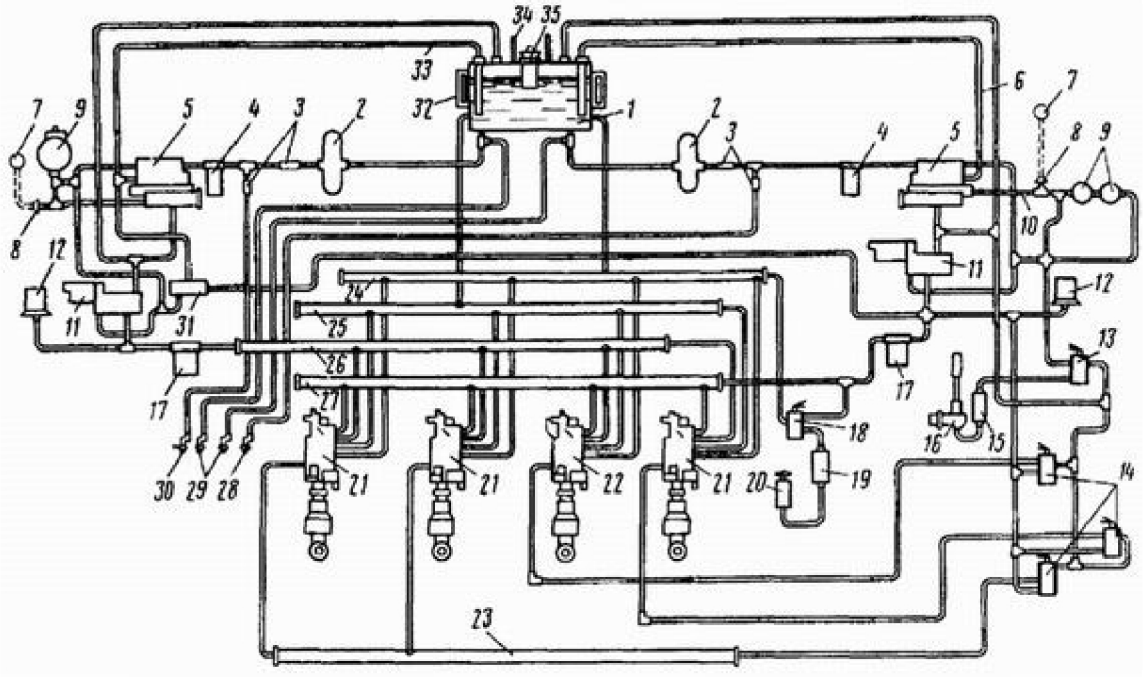


Рисунок 2 -. Принципиальная схема гидравлической системы: 1 - гидробак; 2 - шестеренный насос НШ-39М; 3 - обратные клапаны ОК-10А; 4 - фильтр тонкой очистки 8Д2996; 5 - автомат разгрузки насоса ГА-77В; 6 - магистраль слива жидкости от ГА-77В в бак; 7 - указатель манометра ДИМ-100К; 8 - датчик манометра ДИМ-100К; 9 - гидроаккумуляторы; 10- магистраль подачи жидкости к управляющему золотнику ГА-77В; 11 - электромагнитный кран ГА-74М/5; 12- сигнализатор давления МСТ-35; 13, 14, 18 - электромагнитные краны ГА-192Т; 15, 19 - дозатор ГА-172-00-2; 16- ручка ШАГ-ГАЗ с цилиндром растопоривания фрикциона; 17 - фильтр тонкой очистки ФГ-11СН; 20 - гидроупор; 21 - комбинированные гидроусилители КАУ-30Б; 22 - комбинированный гидроусилитель РА-60Б; 23, 24, 25, 26, 27-коллекторы; 28 - бортовой клапан нагнетания основной системы; 29 - бортовые клапаны всасывания; 30 - бортовой клапан нагнетания дублирующей системы; 31 - автоматический клапан ГА-59/1 включения дублирующей системы; 32 - масломерное стекло; 33 - магистраль слива жидкости из автомата разгрузки насоса и клапана ГА-59/1; 34 - трубопроводы дренажа полостей гидробака; 35 - заливная горловина; 36 - сигнализатор давления МСТ-25

Из бака 1 (рисунок 2) по трубопроводу самотеком жидкость подводится к гидравлическому насосу НШ-39М, который нагнетает ее в систему. От насоса 2 жидкость под давлением через обратный клапан 3 и фильтр 4 тонкой очистки поступает к автомату 5 разгрузки насоса ГА-77В. Обратный клапан 3 препятствует перетеканию жидкости в бак гидросистемы при опробовании ее от наземной гидравлической установки. Из автомата 5 разгрузки насоса

жидкость одновременно поступает к гидроаккумуляторам 9 и электромагнитным кранам 11 ГА-74М/5 и 13 ГА-192Т. Гидроаккумуляторы устраняют пульсации давления жидкости в системе, что значительно повышает надежность работы гидроагрегатов. От гидроаккумуляторов жидкость подается к датчику 7 манометра ДИМ-ЮОК на замер давления и к командному золотнику автомата разгрузки насоса. При включении электромагнитного крана ГА-74М/5 основной гидросистемы жидкость по трубопроводам подводится к фильтру 17 тонкой очистки, где очищается от механических примесей и подается в коллектор 27 питания гидроусилителей и к электромагнитному крану 18 (ГА-192Т) управления гидроупором 20.

Одновременно от электромагнитного крана 11 жидкость подается к клапану 31 (ГА-59/1) включения дублирующей системы, сигнализатору давления 12 (МСТ-35) и электромагнитным кранам 14 (ГА-192Т). При достижении давления жидкости (3,5±0,16) МПа [(35±1,6) кгс/см^2] сигнализатор срабатывает и загорается табло ОСНОВНАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА. При включении соответствующих каналов автопилота электромагнитные краны 14 срабатывают и подают жидкость на переключение гидроусилителей на комбинированный режим работы. Слив жидкости из сливных полостей гидроусилителей осуществляется в бак 1 через трубопроводы и сливной коллектор 24, а из других агрегатов через трубопровод 33.

Электромагнитный кран 13 предназначен для управления фрикционом 16 ручки ШАГ - ГАЗ. При нажатии кнопки, расположенной на ручке ШАГ-ГАЗ, кран включается, и жидкость через дозатор 15 подается в цилиндр на расстопоривание фрикциона ручки ШАГ-ГАЗ. Электромагнитный кран 18 обеспечивает подачу жидкости в цилиндр гидроупора 20, установленного в системе продольного управления вертолетом, Включение крана осуществляется концевыми выключателями, которые установлены на штоках амортизаторов камер низкого давления основных стоек шасси. При полностью обжатых штоках камер низкого давления микровыключатели подают питание на электромагнитный кран для его открытия, и жидкость через дозатор 19 подается в цилиндр гидроупора. При уменьшении расхода жидкости и повышении давления в основной гидросистеме выше ($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [65^{+8}_{-2} кгс/см^2] автомат разгрузки ГА-77В срабатывает, магистраль подачи жидкости от насоса 2 сообщается с магистралью 6 слива жидкости в бак 1, и насос работает в режиме холостого хода. При понижении давления в системе до (4,5±0,3) МПа [(45±3) кгс/см^2] автомат разгрузки снова переводит гидронасос на рабочий режим.

Дублирующая система в принципе является повторением основной гидросистемы, за исключением того, что при ее работе не предусмотрено переключение гидроусилителей на комбинированное управление от автопилота и не подается питание в гидроцилиндр расстопоривания

фрикциона 16 ручки ШАГ-ГАЗ и цилиндр 20 гидроупора. При нормальной работе основной гидросистемы насос дублирующей системы работает в режиме холостого хода на слив в бак. В этом случае управляющим агрегатом является автоматический клапан 31, который под действием сигнального давления из основной системы переключается, сообщив магистраль нагнетания от насоса дублирующей системы с магистралью 33 слива жидкости в бак.

При этом жидкость циркулирует по замкнутой магистрали: бак 1, насос 2, фильтр 4 тонкой очистки, автомат 5 разгрузки насоса, клапан 31 (ГА-59/1) включения дублирующей системы, бак 7. При падении давления в основной системе ниже (3±0,5) МПа [(30±5) кгс/см^2] клапаном 31 автоматически включается в работу дублирующая система, так как последний разобщает магистраль нагнетания от насоса дублирующей системы с магистралью слива жидкости в бак, и насос с холостого режима переходит на рабочий. Жидкость из бака поступает к насосу 2, от которого под давлением через обратный клапан 3, фильтр 4 тонкой очистки подается в автомат 5 разгрузки насоса. От автомата разгрузки жидкость поступает к гидроаккумулятору 9, клапану 31 и электромагнитному крану 11. От гидроаккумулятора жидкость подается к датчику 7 манометра ДИМ-100К и к командному золотнику автомата 5 разгрузки насоса дублирующей системы.

От крана 11 жидкость параллельно подается через фильтр тонкой очистки 13 и коллектор 26 к гидроусилителям и отдельно к сигнализатору давления 36 (МСТ-25А). При достижении в дублирующей системе давления выше (2,5±0,16) МПа [(25±1,6) кгс/см^2] сигнализатор замыкает электроцепь электромагнитного реле, которое срабатывает и выключает кран ГА-74М/5 основной гидросистемы. При этом давление в основной системе падает, гаснет световое табло ОСНОВНАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА и загорается табло ДУБЛИРУЮЩАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА.

3 Агрегаты гидравлической системы

3.1 Панель гидроагрегатов.

Панель гидроагрегатов представляет собой кронштейн клепаной конструкции, выполненный из листового дюралюминия и подкрепленный уголковыми профилями. На кронштейне имеются четыре узла для крепления его к фюзеляжу и седла для крепления гидробака и гидроаккумуляторов. Панель с гидроагрегатами собирают на стенде, как отдельный блок, и в собранном виде устанавливают на вертолет.

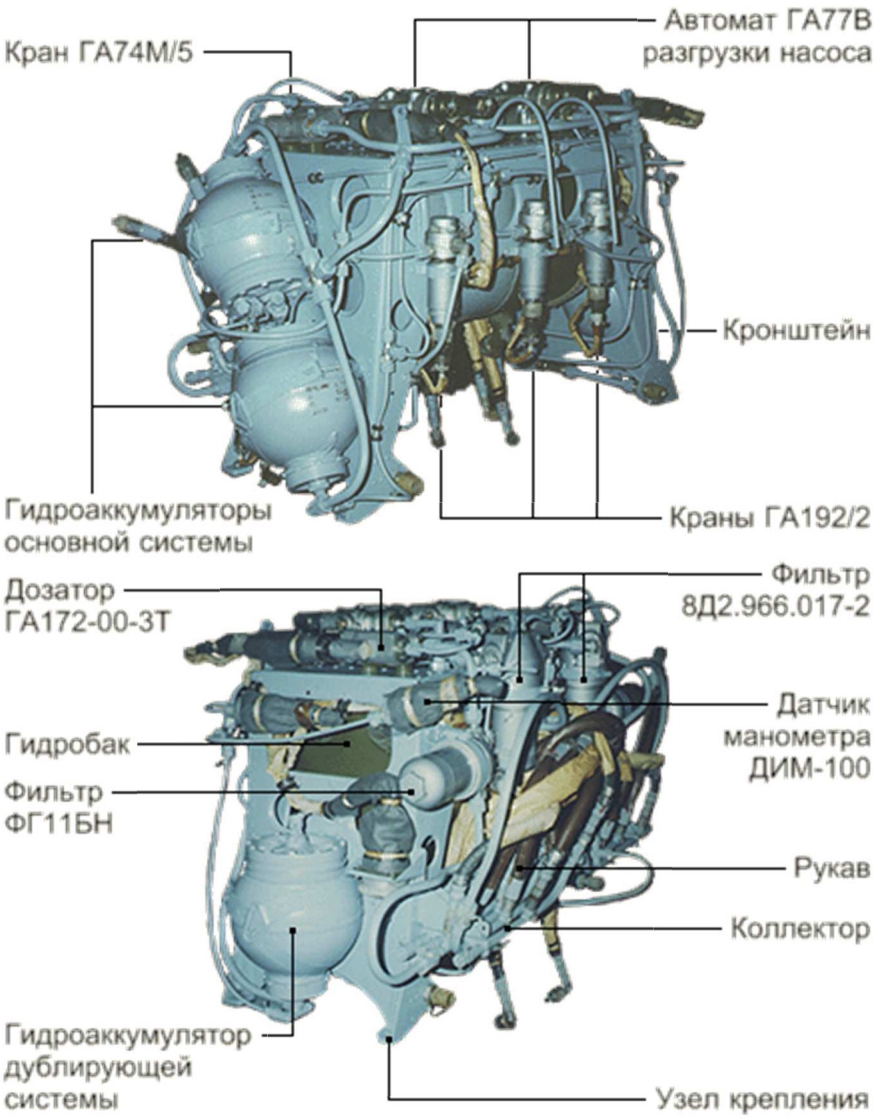


Рисунок 3 – Панель гидроагрегатов

3.2 Гидробак.

Основная и дублирующая гидросистемы имеют один общий бак.

Бак -сварной конструкции из алюминиевого сплава. Состоит бак из обечайки и двух днищ. Внутри бак разделен перегородкой на две половины, в верхней части перегородки в обечайке бака вварен корпус заливной горловины, в который вставлен фильтр из латунной сетки. Горловина закрывается пробкой с мерной линейкой.

Через горловину в обе части бака заливается примерно по 10 л жидкости АМГ-10. Сверху на горловину устанавливается крышка, закрепленная на цепочке. Для определения уровня жидкости в обеих частях бака имеются мерные стекла.сварной конструкции, выполнен из листового алюминиевого сплава АМцМ.



Рисунок 4 - Гидробак

Бак внутренней перегородкой разделен на два отсека, из которых раздельно подается жидкость к насосам основной и дублирующей систем. Через заливную горловину отсеки бака сообщаются между собой с целью предотвращения переполнения одного из отсеков при работе системы. В заливной горловине установлены сетчатый фильтр и пробка с мерной линейкой для контроля за количеством жидкости в баке. Пробка в закрытом положении затягивается траверсой. Сверху на заливную горловину установлена крышка. На днищах бака установлены мерные стекла для визуального контроля за уровнем жидкости в баке.

В верхней части обечайки имеются штуцера для подсоединения трубопроводов слива жидкости от автоматов разгрузки насосов. Под этими штуцерами в баке установлены трубки с большим числом отверстий малого диаметра для устранения пенообразования при работе насосов в режиме холостого хода. Снаружи отсек бака основной системы окрашен серой эмалью, а отсек бака дублирующей системы - зеленой. Бак крепится внутри

гидропанели посредством двух стяжных лент и тандеров. Под ленты проложены войлочные прокладки.

3.3 Насосы НШ-39М

Насосы НШ-39М - шестеренного типа высокого давления, предназначены для подачи жидкости под давлением к гидроусилителям КАУ-30Б и РА-60Б. Насосы крепятся к главному редуктору вертолета.

Основные технические данные

Рабочее давление, МПа (кгс/см^2)	7,5(75)
Максимальное давление, МПа (кгс/см^2)	9(90)
Номинальная частота вращения, об/мин	2500
Производительность насоса при 2500 об/мин и давлении 6,5 МПа (65 кгс/см^2), л/мин	30

Насос - шестеренчатый, одноступенчатый. Основная и дублирующая гидросистемы имеют по одному насосу НШ-39М. Насос создает рабочее давление **45...65 кгс/кв.см**. Максимальное давление - **90 кгс/кв.см**. Производительность насоса при 2500 об/мин и давлении 65 кгс/кв.см - **30 л/мин**.

Особенностью конструкции насоса является наличие бронзовых неподвижных и подвижных дисков, которые давлением жидкости плотно прижимаются к торцам зубчатых колес, и отсутствие редукционного клапана. Корпус имеет трубку из нержавеющей стали для контроля за герметичностью армированных манжет. На корпусе имеется фланец для крепления насоса

В литом корпусе (рисунок 5), изготовленном из алюминиевого сплава, установлены ведущее и ведомое зубчатые колеса, подвижные и неподвижные диски с кольцами, наружные кольца игольчатых подшипников, стакан с двумя армированными уплотнительными манжетами и резиновыми кольцами. Резиновые кольца обеспечивают уплотнение камеры В. Стакан в корпусе фиксируется стопорным кольцом. На хвостовике ведущего зубчатого колеса имеются шлицы, на которые установлена шлицевая втулка для соединения с приводом насоса на главном редукторе. Для отвода просочившейся жидкости из крышки в полость Б предусмотрен канал Д, а для контроля за работой уплотнения хвостовика ведущего зубчатого колеса в корпусе имеется канал К. Зубчатые колеса имеют цапфы с буртиками для монтажа игольчатых подшипников.

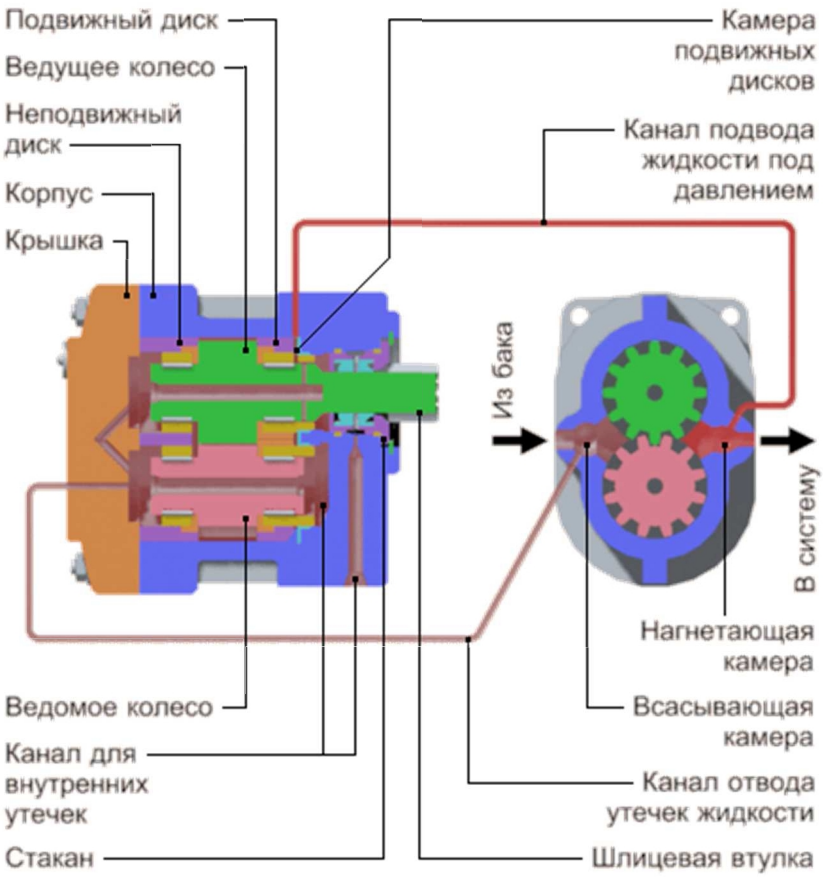


Рисунок 5-Гидронасос НШ-39М

В крышке корпуса насоса установлены штуцера всасывания и нагнетания. Корпус и крышка стянуты шпильками, уплотнение разъема обеспечивается резиновым кольцом. Для крепления насоса к редуктору на корпусе имеется фланец. При вращении зубчатых колес жидкость из полости всасывания Б заполняет впадины зубьев и переносится в камеру нагнетания А. Объем камеры А за счет зубчатого зацепления уменьшается, и жидкость вытесняется в нагнетающую полость насоса. С целью уменьшения утечки жидкости через торцовые зазоры зубчатых колес в насосе предусмотрены два подвижных бронзовых диска. Диски под давлением жидкости плотно прижимаются к торцам зубчатых колес, обеспечивая устранение зазора между торцами дисков и зубчатых колес.

3.4 Фильтры

Фильтры предназначены для очистки жидкости от твердых взвешенных частиц. Механические частицы, попадая в рабочую жидкость, способствуют разрыву масляной пленки, ухудшая режим смазки, а также могут вызвать заклинивание золотниковых пар гидроагрегатов, закупорку дроссельных щелей и других каналов малого сечения. В каждой гидросистеме

установлены два фильтра: фильтр тонкой очистки 8Д2. 966.017-2, обеспечивающий чистоту фильтрации до 16 мкм, и фильтр тонкой очистки ФГ-11СН, обеспечивающий чистоту фильтрации до 12 мкм.

3.4.1. Фильтр 8Д2.966.017-2.

Фильтр 8Д2.966.017-2 (рисунок 6) состоит из корпуса, стакана, фильтрующего элемента, перепускного и перекрывного клапанов.

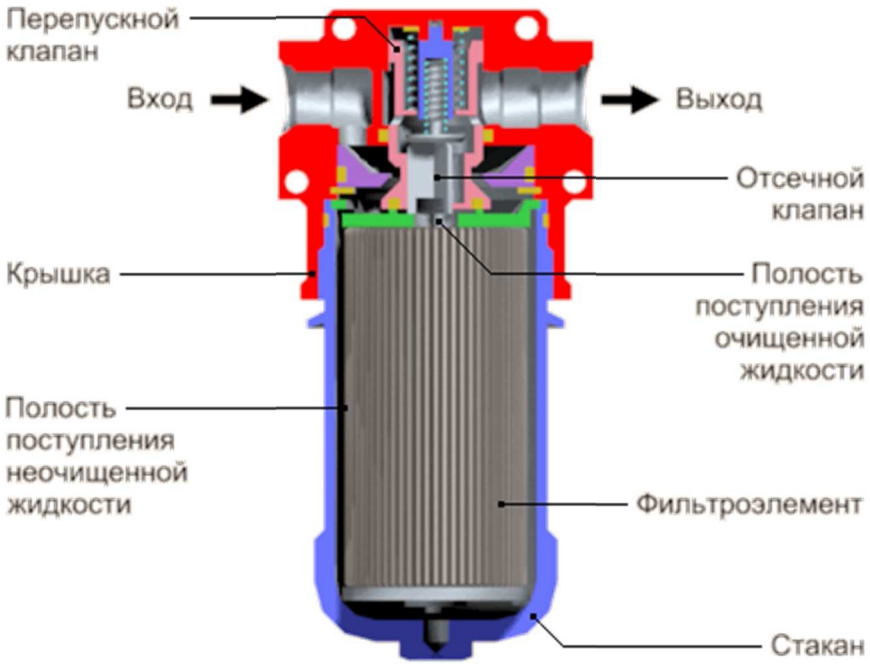


Рисунок 6 - Фильтр тонкой очистки 8Д2.966.017-2

Корпус фильтра отлит из алюминиевого сплава, имеет два резьбовых отверстия, в которые ввернуты подводящий и отводящий штуцеры. В центральной расточке корпуса вмонтировано перекрывное устройство, состоящее из перепускного клапана с пружиной, перекрывного клапана с пружиной и седла.

Стакан изготовлен из алюминиевого сплава с резьбой на его цилиндрической наружной части для соединения с корпусом фильтра и канавкой под резиновое уплотнительное кольцо.

Фильтрующий элемент представляет собой цилиндрический стальной каркас, на который снаружи напаяны внутренняя каркасная и наружная фильтрующая гофрированные сетки. Торцы каркаса совместно с сетками заделаны во втулки, которыми он центруется при установке в стакане и корпусе. Верхняя втулка имеет буртик, на который опирается клапан.

Рабочая жидкость через штуцер входа и кольцевой зазор, образованный клапаном и седлом, поступает в стакан. Пройдя через фильтрующий элемент, очищенная жидкость через кольцевой зазор, образованный клапанами, поступает к штуцеру выхода.

При засорении фильтрующего элемента, когда перепад давлений на фильтре увеличится до ($0{,}7\ ^{+0.2}_{-0.1}$) МПа [($7\ ^{+2}_{-1}$) кгс/см2], открывается перепускной клапан, и рабочая жидкость через кольцевую щель между клапаном и верхней втулкой фильтроэлемента подается к штуцеру выхода.

При демонтаже фильтроэлемента отворачивают стакан. При этом клапан под действием пружины перемещается и садится на седло, предотвращая вытекание рабочей жидкости из магистрали входа. Одновременно под действием пружины, установленной в направляющей, отсечной клапан перекрывает выход жидкости из магистрали нагнетания. Таким образом, количество рабочей жидкости, теряемое при снятии фильтрующего элемента, равно объему внутренней полости стакана.

3.4.2. Фильтр тонкой очистки ФГ-11СН.

Фильтр тонкой очистки ФГ-11СН (рисунок 7) состоит из литого корпуса, стакана, фильтрующего элемента и штуцеров входа и выхода.

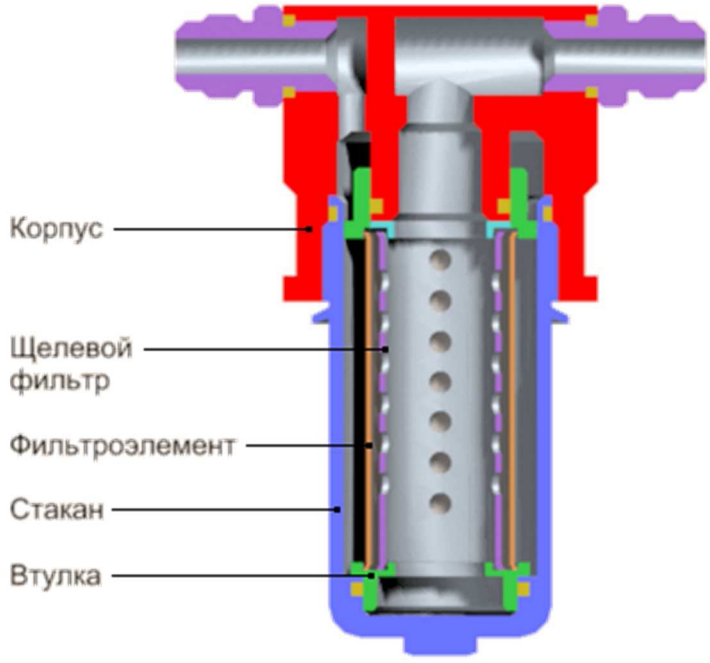


Рисунок 7 - Фильтр тонкой очистки ФГ-11СН

Фильтрующий элемент представляет собой цилиндрический стальной каркас, на который снаружи припаяны внутренняя гофрированная каркасная никелевая сетка и внешняя гофрированная фильтрующая сетка саржевого плетения. Торцы каркаса совместно с сетками заделаны во втулки, которыми его устанавливают в расточках стакана и корпуса.

Уплотнение по втулкам и расточкам корпуса и стакана обеспечивается резиновыми кольцами. Со стороны цилиндрической части корпуса имеется резьбовая расточка для вворачивания стакана. Уплотнение стыка обеспечивается резиновым кольцом. Рабочая жидкость через штуцер входа поступает в стакан, фильтруется и из полости каркаса отводится в систему.

3.5 Автомат разгрузки насоса ГА-77В.

Автомат разгрузки насоса ГА-77В предназначен для автоматического поддержания в гидросистеме рабочего давления жидкости в диапазоне от (4,5±0,3)...($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [(45±3)...(65^{+8}_{-2}) кгс/см2].

Технические данные

Давление в системе, МПа кгс/см²), при котором:	
автомат включает насос на рабочий режим	4,5 + 0,3(45 + 3)
автомат переключает насос на холостой режим	$6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$ (65^{+8}_{-2})
срабатывает предохранительный клапан, и жидкость перепускается на слив в бак	7,8 + 1 (78...10)

В основной и дублирующей системах установлены автоматы ГА77В разгрузки насоса, предназначенные для автоматического поддержания давления в гидросистеме.

При повышении давления в гидросистеме до ***63...73 кгс/кв.см*** он переключает насос НШ-39М на работу вхолостую (прокачку жидкости в бак).

При понижении давления до ***45 ± 3 кгс/кв.см*** автомат переключает насос на рабочий режим - нагнетание жидкости в гидросистему.

Кроме того, автомат разгрузки насоса предотвращает увеличение давления в системе выше ***78...88 кгс/кв.см*** при отказе его автоматической части.

В расточки корпуса (рисунок 8), отлитого из алюминиевого сплава, запрессовано пять стальных гильз с отверстиями для перепуска жидкости. В гильзах размещены обратный клапан с пружиной, поршень с пружиной, промежуточный золотник, командный золотник с плунжером и предохранительный клапан, состоящий из плунжера, клапана и 2 пружин.

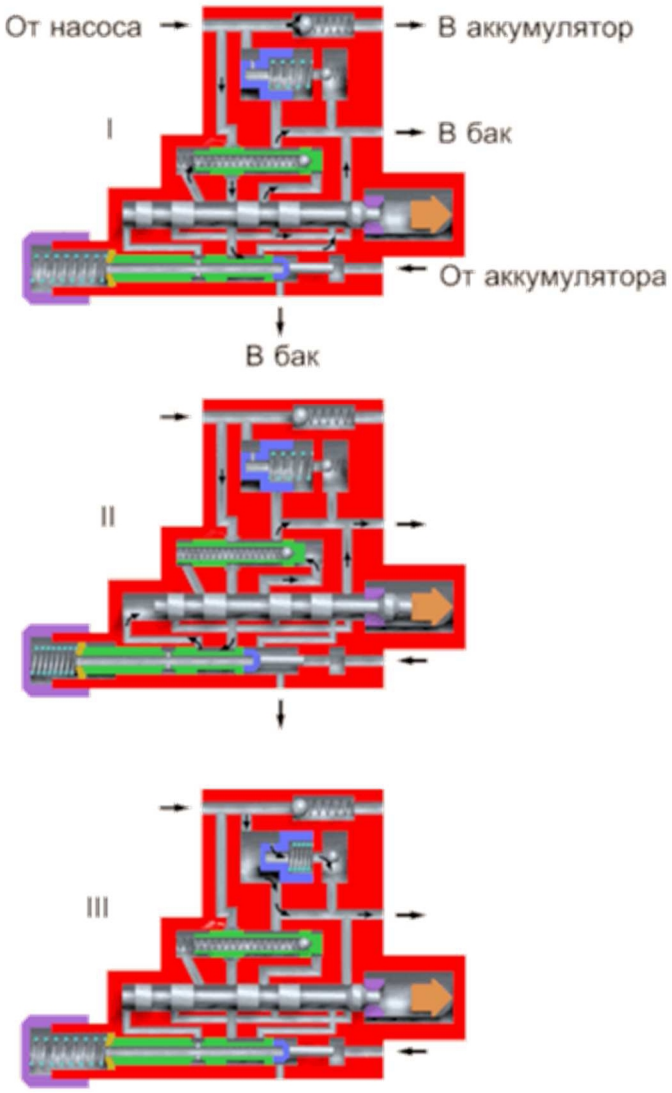


Рисунок 8 - Схема работы автомата разгрузки насоса ГА-77В

I - автомат работает на гидроаккумулятор и систему (насос нагружен)

II - автомат работает на слив гидроаккумулятор (насос разгружен)

III - давление выше максимального (перепуск через предохранительный клапан)

Поддержание рабочего диапазона давления жидкости в системе обеспечивается регулировкой редукционной пружины при помощи винтовой крышки. Для устранения влияния пульсации давления жидкости на работу автомата к плунжеру жидкость подводится непосредственно от гидроаккумулятора через дроссель в подводящем штуцере.

Внутри поршня имеется пружина, которая при малом давлении жидкости смещает поршень в крайнее правое положение. Для предохранения

золотника от самопроизвольного перемещения в случае вибрации и толчков предусмотрен замок, состоящий из двух полуколец и пластинчатой пружины. Перемещаясь вправо, золотник нажимает на полукольца и раздвигает их. Полукольца при этом разжимают концы пластинчатой пружины и захватывают плотно буртик золотника.

В плунжере предохранительного клапана имеется радиальное отверстие диаметром 0,8 мм, через которое подводится жидкость под плунжер к шариковому клапану. Пружина оттарирована на открытие шарикового клапана при повышении давления жидкости под плунжером (7,8+1) МПа [(78+10) кгс/см2].

Обратный клапан шарикового типа предохраняет перетекание жидкости из системы при переключении насоса на режим холостого хода. Для подсоединения автомата разгрузки насоса к магистралям гидросистемы в корпусе установлено пять штуцеров, которые имеют маркировку в соответствии с их назначением.

3.6 Работа автомата разгрузки насоса ГА-77В.

Через штуцер входа, обратный клапан агрегата и штуцер выхода поступает в систему. Одновременно по каналу в корпусе агрегата, кольцевой проточке в гильзе поршня и средней кольцевой расточке промежуточного золотника жидкость поступает к центральной проточке командного золотника. Положение командного золотника зависит, с одной стороны, от усилий редукционной пружины, с другой - от усилий на золотник со стороны давления гидрожидкости в системе, подводимой к плунжеру командного золотника.

Поскольку в данный момент давление жидкости ниже ($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [(65^{+8}_{-2}) кгс/см2], пружина удерживает золотник в крайнем правом положении. В этом случае центральная проточка командного золотника сообщает жидкость из канала с правой рабочей полостью промежуточного золотника. Последний через свою среднюю расточку обеспечивает подвод жидкости из канала в левую полость поршня. Соответственно противоположные полости золотника и поршня сообщатся со сливной магистралью. Поршень, установленный в крайнем правом положении, предотвращает перепуск жидкости на слив и обеспечивает рабочий диапазон давления в системе.

При достижении давления жидкости в системе ($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [(65^{+8}_{-2}) кгс/см2] плунжер, преодолевая усилие пружины, перемещает золотник влево. Тогда жидкость через центральную кольцевую канавку золотника поступает под левый торец золотника и перемещает его вправо. Золотник своей средней кольцевой расточкой сообщает канал с правой полостью поршня, который, перемещаясь влево, соединяет своей кольцевой проточкой

подводящий канал с каналом слива жидкости в бак. Насос переключается на режим холостого хода. Вследствие образовавшейся разности давления в подводящем и отводящем каналах обратный клапан прижимается к своему седлу и перекрывает перепуск жидкости из системы.

По мере понижения давления жидкости в системе пружина начинает перемещать золотник вправо. Когда давление достигает нижнего предела (4,5±0,3) МПа [(45±3 кгс/см2)], золотник занимает правое крайнее положение и подает жидкость под правый торец золотника, который, перемещаясь влево до упора, через свою среднюю кольцевую, расточку подает жидкость под левый торец поршня. Поршень под давлением жидкости и пружины перемещается в противоположное положение и разобщает подводящий канал от сливного канала . Насос начинает подавать жидкость в систему.

В случае отказа подвижных элементов автомата разгрузки насоса давление в системе повышается до (7,8+1) МПа [(78+10) кгс/см2], после чего срабатывает шариковый клапан, и жидкость из правой полости плунжера сливается в бак. Вследствие возникновения перепада давления, действующего на плунжер, он перемещается в сторону пружины, преодолевая ее усилия, и открывает канал для слива жидкости в бак. При падении давления в системе и закрытии шарикового клапана давление жидкости в обеих полостях плунжера выравнивается. Под действием пружины он перемещается в противоположное положение и перекрывает канал Г. Перепуск жидкости на слив в бак прекращается.

3.7 Гидроаккумуляторы.

Гидроаккумуляторы предназначены для устранения пульсации давления жидкости в гидросистеме, обеспечения четкой работы автомата разгрузки насоса и восполнения повышенного расхода жидкости в начальный момент работы гидроусилителей.

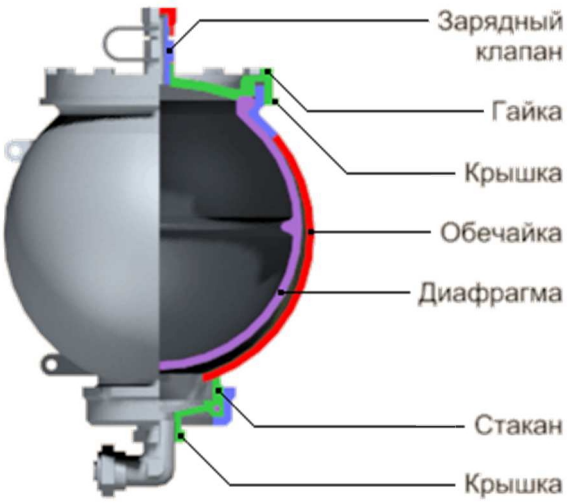


Рисунок 9- Гидроаккумулятор

Гидроаккумулятор (рисунок 9) объемом 2,3 л сварен из двух полусферических обечаек, отштампованных 13 листовой хромансилиевой стали. Верхняя обечайка имеет срез, к которому приварена горловина с буртиком и наружной резьбой под гайку крепления крышки.

Внутри корпуса гидроаккумулятора установлена резиновая сферическая диафрагма, верхний пояс которой зажимается гайкой между буртиком горловины и крышкой. Крепление диафрагмы и ее конструктивное выполнение обеспечивают во время работы деформацию лишь нижней ее части с минимальной кривизной изгиба. С этой же целью верхняя часть диафрагмы выполнена толще нижней, а на ее внутренней поверхности имеется утолщение в виде круглого резинового пояска, приклеенного к диафрагме.

В крышку ввернут стандартный зарядный клапан, через который газовая камера гидроаккумулятора заряжается техническим азотом. К нижней обечайке приварен стакан, к которому накидной гайкой крепится крышка с резиновым уплотнительным кольцом. В крышку ввернут угольник для крепления нагнетающего трубопровода гидросистемы. В нижней части обечайки над камерой, образованной стаканом, просверлено большое число отверстий малого диаметра для равномерного поступления жидкости и предотвращения продавливания диафрагмы в стакан при отсутствии давления жидкости в гидросистеме. С этой же целью на диафрагме против сверлений сделано утолщение.

При зарядке гидроаккумулятора азотом диафрагма плотно облегает всю внутреннюю поверхность корпуса. При подаче жидкости через штуцер она отжимает диафрагму от нижней полусферы и сжимает азот до рабочего давления с целью аккумулирования энергии и ее расхода в гидросистеме по назначению.

3.8. Электромагнитный кран ГА-74М/5.

Электромагнитный кран ГА-74М/5 предназначен для включения или выключения питания гидроусилителей жидкостью от основной и дублирующей гидросистем.

Основные технические данные

Минимальное рабочее давление, необходимое для переключения крана, МПа (кгс/см^2)	0,5 (5)
Напряжение, подводимое к электромагниту, В	22—27
Ток, потребляемый электромагнитом при напряжении 24 В, А	не более 10

В корпусе (рисунок 10) крана, отлитом из алюминиевого сплава, имеются две расточки, в которые запрессованы две стальные гильзы, уплотненные кольцами для 2 золотников.

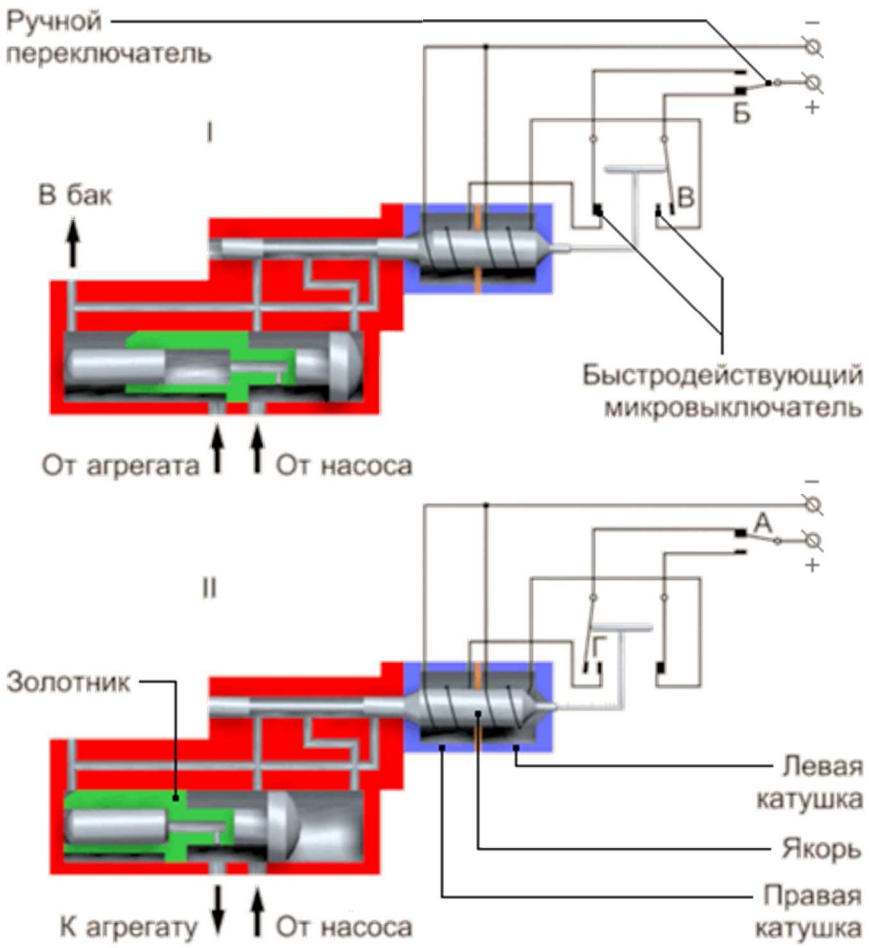


Рисунок 10 - Гидравлический кран ГА-74М/5

Исполнительный золотник имеет наружную кольцевую проточку для перепуска подаваемой жидкости, а во внутренней цилиндрической расточке золотника находится плунжер, предназначенный для предотвращения гидравлического удара при перемещении золотника влево.

Управляющий золотник тягой с замком соединен с якорем электромагнита ЭМО-2, который обеспечивает его управление. В корпусе электромагнита, выполненном из двух частей, разделенных медной прокладкой, размещены правая и левая катушки электромагнита, передний и задний ограничители, микровыключатель и штепсельный разъем. На противоположной стороне в корпус ввернут упор .

Для соединения крана с трубопроводами гидросистемы в корпус ввернуты три штуцера, имеющие маркировку на корпусе в соответствии с их назначением.

При подаче напряжения на обмотку правой катушки якорь притягивается к ограничителю, занимая правое крайнее положение. В конце хода якоря микровыключатель (а) обесточивает обмотку правой катушки 15

электромагнита. При этом золотник тягой перемещается в крайнее правое положение и соединяет полость справа от золотника со сливом. Под давлением этой жидкости золотник перемещается в крайнее правое положение и разобщает полости штуцеров подвода жидкости к агрегатам. Одновременно через канавку в золотнике полость штуцера соединяется с полостью штуцера слива жидкости в бак.

При подаче напряжения на обмотку левой катушки якорь притягивается к ограничителю, занимая крайнее левое положение. В конце хода якоря микровыключатель (б) обесточивает обмотку левой катушки электромагнита. В этом случае золотник перемещается в левое крайнее положение и соединяет полость справа от золотника с линией нагнетания. Золотник, перемещаясь влево, соединяет полости штуцеров, и жидкость из магистрали нагнетания поступает к гидроусилителям. Во избежание гидравлического удара при перемещении золотника влево плунжер работает как демпфер, вытесняя жидкость из полости золотника через отверстие небольшого диаметра в нагнетающую полость.

Микровыключатель, выключая питание обмоток при крайних положениях якоря, исключает перегрев катушек электромагнита. В крайних положениях золотник и якорь удерживаются силами трения.

3.9 Электромагнитные краны ГА-192Т.

Электромагнитные краны ГА-192Т предназначены для подачи жидкости на включение гидроусилителей в комбинированный режим работы, а также для подачи жидкости к фрикциону ручки ШАГ-ГАЗ и гидроупору.

Основные технические данные

Напряжение питания электромагнита, В	27+10%
Сила тока при напряжении 27 В, А	не более 1,2
Время срабатывания электромагнита, с	0,1

В центральной расточке литого корпуса 3 (рисунок 11) из алюминиевого сплава установлена золотниковая пара 7, 8. Золотник 8 хвостовиком соединен с упором 6 сердечника электромагнита 5, а к переднему торцу его пружиной 1 через гайку 2 прижата тарельчатая опора 10, ограничивающая ход золотника. Для соединения крана с трубопроводам и гидросистемы в корпус 3 ввернуты три штуцера, имеющие на корпусе маркировку в соответствии с их назначением. Уплотнение соединений обеспечивается кольцами 4, 9.

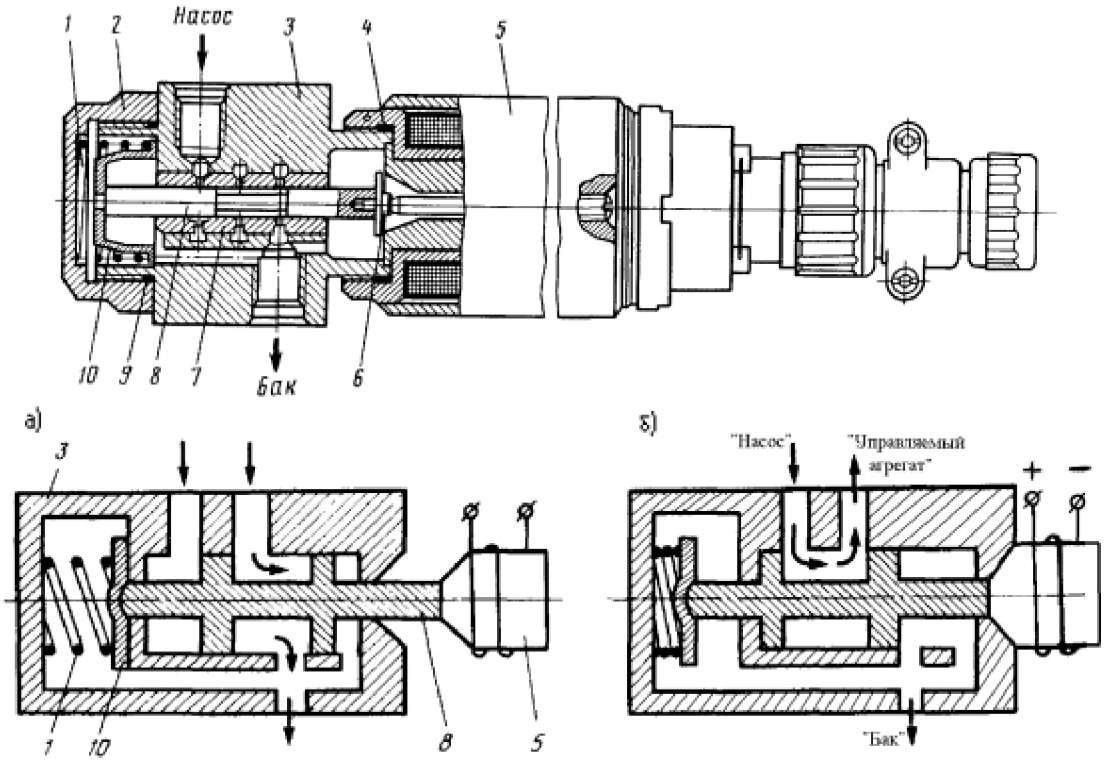


Рисунок 11- Электромагнитный кран ГА-192Т: а) кран выключен, потребители соединены с магистралью слива, б) кран включен, потребители соединены с насосом; 1- пружина; 2- гайка; 3- корпус; 4,9- уплотнительные кольца; 5- электромагнит; 6- упор; 7- гильза золотника; 8- золотник; 10- тарельчатая опора

При подаче напряжения на обмотку электромагнита золотник 8 под действием сердечника электромагнита перемещается, сжимая пружину 1, и кольцевой проточкой сообщает полость штуцера НАСОС с полостью штуцера УПРАВЛЯЕМЫЙ АГРЕГАТ. Жидкость из линии нагнетания гидросистемы подается к гидроусилителям или к цилиндру управления фрикционом ручки ШАГ-ГАЗ или к гидроупору в зависимости от назначения крана.

При выключении питания обмотки электромагнита золотник 8 под действием усилия сжатой пружины 1 перемещается до упора 6 и разобщает полости штуцеров НАСОС и УПРАВЛЯЕМЫЙ АГРЕГАТ. В этом случае подача жидкости к силовым агрегатам из линии нагнетания через кран прекращается, а полость штуцера УПРАВЛЯЕМЫЙ АГРЕГАТ сообщается с полостью штуцера БАК.

3.10 Автоматический клапан ГА-59/1.

Автоматический клапан ГА-59/1 предназначен для автоматического включения дублирующей системы на питание гидроусилителей при падении

давления жидкости в основной гидросистеме, а также для отключения дублирующей системы при повышении давления в основной гидросистеме.

В литом корпусе 10 (рисунок 12) из алюминиевого сплава установлена стальная гильза 5 с золотником 6. Бурт гильзы зажат в корпусе стальным переходником 16, во внутренней расточке которого установлена закладная шайба 8, ограничивающая ход золотника. В центральной расточке переходника поставлен дроссель 17, состоящий из пяти стальных шайб с отверстиями малого диаметра, чередующихся с кольцами. Дроссель предназначен для устранения пульсации давления жидкости, подаваемой к золотнику крана во избежание вибрации золотника. Дроссель зафиксирован в переходнике штуцером 19 подвода жидкости от основной системы, в расточке штуцера смонтирован сетчатый фильтр 18.

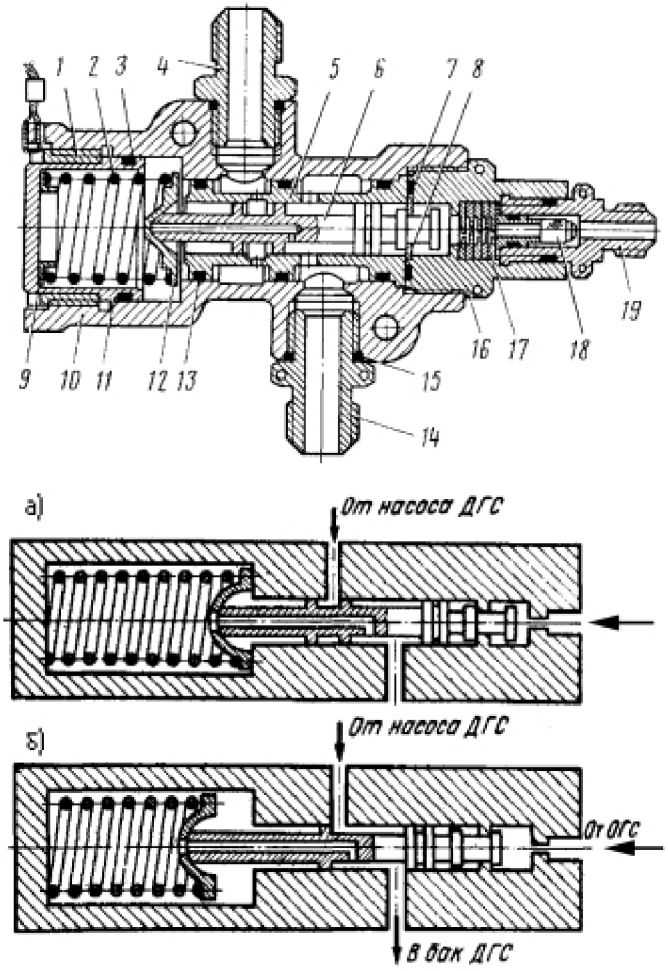


Рисунок 12- Автоматический клапан ГА-59/1: а) давление в ОГС менее 30 кгс/см2, ДГС обеспечивает работу гидроусилителей, б) давление в ОГС более 30 кгс/см2, жидкость от насоса ДГС сливается в гидробак; 1- гайка; 2- пружина; 3,7,13,15- уплотнительные кольца; 4,14,19- штуцеры; 5- гильза; 6- золотник;8- шайба; 9- кольцо; 10- корпус; 11- стакан; 12- опора; 16- переходник; 17- дроссель; 18- фильтр

Золотник 6 имеет две кольцевые проточки, ограниченные буртиками, и осевой канал для отвода жидкости из полости пружины 2 на слив в бак.

С другой стороны, в расточке корпуса 10 в стальном стакане 11 установлена пружина 2, которая передает усилие на золотник 6 через опору 12. Пружина 2 центрируется кольцевыми проточками, выполненными в донышке стакана 11 и опоре 12. Сила предварительного сжатия пружины регулируется гайкой 1 через кольцо 9. Соединение деталей клапана уплотняется кольцами 3, 7, 13 и 15.

Клапан ГА-59/1 представляет собой двухпозиционный золотник, находящийся под действием, с одной стороны, пружины 2, а с другой - гидростатического давления, подводимого из основной системы через штуцер 19. В зависимости от величины управляющего гидростатического давления золотник, перемещаясь, соединяет полости штуцеров 4 и 14 или разобщает их. При отсутствии давления в основной системе золотник отжат пружиной 2 в положение, при котором полости штуцеров 4 и 14 разобщены.

Пружина 2 клапана отрегулирована так, что при повышении давления в основной системе до (3,5+0,5) МПа [(35+5) кгс/см2] золотник 6, перемещаясь, сообщает полости штуцеров 4 и 14. Тогда жидкость от насоса дублирующей системы через клапан ГА-59/1 поступает на слив в бак через штуцер 14. Насос работает в режиме холостого хода. При понижении давления в основной системе до (30+0,5) МПа [(30+5) кгс/см2] золотник 6 под действием усилия пружины, перемещаясь, разъединит полости этих штуцеров, и в работу вступит дублирующая система.

3.11 Дозатор ГА-172-00-2.

Дозатор ГА-172-00-2 предназначен для отключения трубопроводов соответствующих магистралей при их повреждении с целью предотвращения вытекания жидкости из системы.

В гидравлической системе установлены два дозатора. Дозатор 15 (рисунок 2) установлен в магистрали подачи жидкости к цилиндру управления фрикционом ручки ШАГ-ГАЗ, а дозатор 19 - в магистрали подачи жидкости к цилиндру гидроупора. Объем жидкости, проходящей через дозатор, необходимый для срабатывания его на отключение поврежденного участка, соответствует 400 см3.

В корпусе 1 (рисунок 13) дозатора установлена ступенчатая тонкостенная гильза 3. Корпус и гильза образуют две кольцевые полости Ж и В, разделенные буртиком гильзы с уплотнительным кольцом 6. Со стороны торца гильзы 3 меньшего диаметра установлен глухой упор 2 с радиальными отверстиями, сообщающими полость В с полостью штуцера А. Со стороны

торца гильзы 3 большого диаметра установлены пробка 13 с седлом 11 и диафрагмой 12. В диафрагме имеется калиброванное отверстие для сообщения полости Б с полостью К.

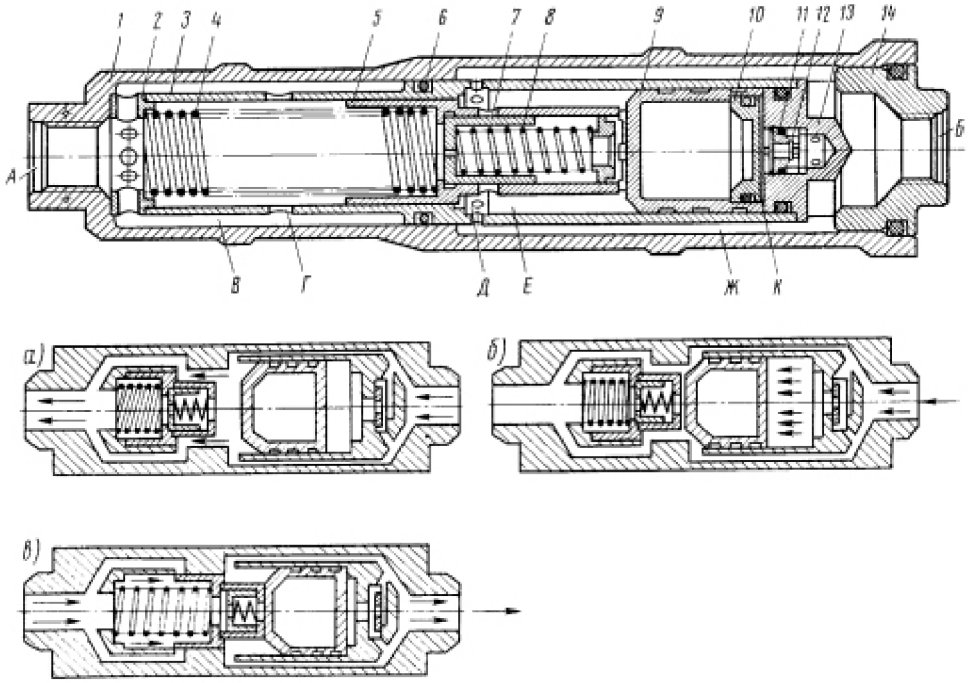


Рисунок 13 - Дозатор ГА-172-00-2: а - рабочий ход; б - конец рабочего хода; в - обратный ход 1- корпус; 2- упор; 3- гильза; 4,8- пружины; 5- золотник; 6- уплотнительное кольцо; 7- обратный клапан; 9- клапан; 10- поршень; 11- седло; 12- диафрагма; 13- пробка; 14- пробка

В расточке гильзы установлены: клапан 9 с поршнем 10 и золотник 5 с обратным клапаном. Золотник пружиной 4 прижат к клапану 9, а плунжер обратного клапана 7 - пружиной 8 к внутреннему буртику золотника 5. Для сообщения кольцевых полостей Ж и Е в гильзе имеются радиальные отверстия Д.

В корпусе 1 со стороны большего его диаметра установлена пробка 14 с уплотнительным кольцом, в которую ввернут штуцер подвода гидрожидкости.

Дозатор работает следующим образом. Жидкость из полости штуцера Б проходит в полость Ж и через радиальные отверстия гильзы Д в полость Е. Давлением жидкости золотник 5 перемещается в крайнее левое положение. Тогда поток жидкости из полости Е через радиальные отверстия Г проходит в полость В и через радиальные отверстия в упоре 2 в полость штуцера А.

При протекании жидкости через калиброванные отверстия Д устанавливается перепад давления p1 и p2. Одновременно жидкость из полости штуцера Б через отверстия в пробке 13 и калиброванное отверстие

диафрагмы 12 поступает в полость К, вследствие чего устанавливается аналогичный перепад давлений по обе стороны диафрагмы 12. Справа к ней подходит жидкость под давлением p1, слева от нее давление становится равным p2.

Так как клапан 9 имеет массу, близкую к массе вытесненной им жидкости и перемещается с очень малым трением, то он передаст давление подобно гибкой мембране. Под действием перепада p1-p2 заполняется полость К, и клапан 9 начинает перемещаться в сторону золотника. При любом расходе жидкости, протекающей через агрегат, перепад давления p1 - p2, изменяясь по величине, остается одинаковым для отверстий Д и калиброванного отверстия в диафрагме 12, поэтому и отношение между объемами жидкости, проходящей через отверстия Д и отверстие диафрагмы, остается постоянным при любых расходах.

Так как через диафрагму проходит до запирания клапана 9 всегда один и тот же объем жидкости, равный произведению площади сечения клапана на его ход, то и объем жидкости, проходящей через отверстия Д, а следовательно, и через весь дозатор, должен быть постоянным. При нормально действующих системах подвода жидкости к цилиндрам фрикциона и гидроупора, когда нет повреждений на участках между дозаторами и цилиндрами, объем жидкости, потребный для срабатывания поршней на фрикционе и гидроупоре, составляет незначительную величину. При прохождении этого объема через отверстия Д гильзы, через отверстие в диафрагме пройдет лишь небольшая часть этого объема, и клапан 9, сместившись влево, прекратит свое дальнейшее движение, так как давление в полостях К и Е выравнивается (магистраль замкнута). Таким образом, при отсутствии утечек жидкости на участке между дозатором и управляемым цилиндром клапан 9 никогда не доходит до крайнего положения, и дозатор работает без отключения трубопровода.

Если же участок между дозатором и управляемым цилиндром фрикциона или гидроупора поврежден, то после прохода через отверстия Д гильзы 400 см3 жидкости через отверстие диафрагмы пройдет объем жидкости, достаточный для перемещения клапана 9 в крайнее левое положение до упора в буртик гильзы. Полость Е окажется разобщенной от полости В, и доступ жидкости от крана ГА-192Т в линию с поврежденным участком перекроется.

При отключении гидроцилиндров фрикциона и гидроупора их магистрали через электромагнитные краны ГА-192Т связаны с линией слива жидкости, и она в этом случае проходит через дозатор в обратном направлении. Все подвижные детали дозатора давлением жидкости и усилием возвратных пружин устанавливаются в исходное положение. Для выхода жидкости из внутренней полости гильзы и золотника в полость Ж

служит обратный клапан, состоящий из плунжера 7 и пружины 8. Плунжер, перемещаясь вправо, открывает отверстия в золотнике, сообщая их с отверстиями Д гильзы 3. Диафрагма 12 в этом случае отходит от седла 11, открывая свободный выход жидкости из полости К. Клапан 9 становится в первоначальное положение.

3.12 Обратный клапан ОК-10А.

Обратный клапан ОК-10А (рисунок 14) предназначен для перепуска жидкости в одном заданном направлении и перекрытия магистрали гидросистемы при обратном потоке жидкости. Обратный клапан состоит из корпуса 1, поршня 2 с отверстиями, пружины 3 и штуцера 4 с уплотнительным кольцом.

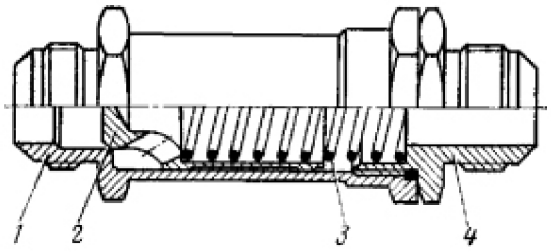


Рисунок 14- Обратный клапан ОК-10А: 1- корпус; 2- поршень; 3- пружина; 4- штуцер

При движении жидкости в заданном направлении поршень перемещается, сжимая пружину, и обеспечивает свободный проход жидкости. При обратном потоке жидкости поршень усилием пружины и давлением жидкости прижимается к седлу и перекрывает проход жидкости.

3.13 Бортовая панель.

Бортовая панель (рисунок 13)

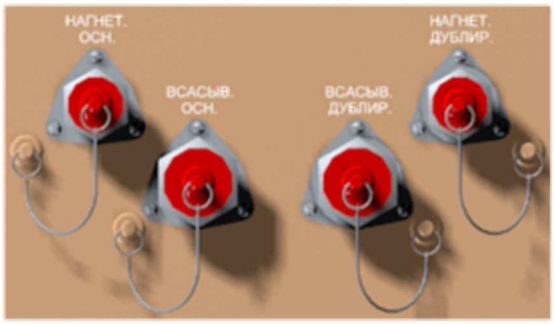


Рисунок 15- Бортовая панель подключения наземной гидроустановки расположена снаружи центральной части фюзеляжа между шпангоутами № 12 и 13 с левой стороны по полету.

Панель закрыта крышкой, шарнирно установленной на петле, и фиксируется винтовым замком. На панели расположены два нагнетающих и два всасывающих клапана для подсоединения шлангов гидроустановки при проверке работы систем. По устройству клапаны нагнетания и всасывания аналогичны.

Клапан (рисунок 16) имеет корпус 5, в котором установлены: пружина 3, клапан 4, штуцер 1 и заглушка 7, укрепленная на цепочке 8. Наконечники шлангов гидроустановки оборудованы упорами, которые при подсоединении к клапанам бортовой панели открывают их, тогда жидкость из бака гидросистемы подается к насосу гидроустановки и под рабочим давлением через клапан нагнетания - в гидросистему.

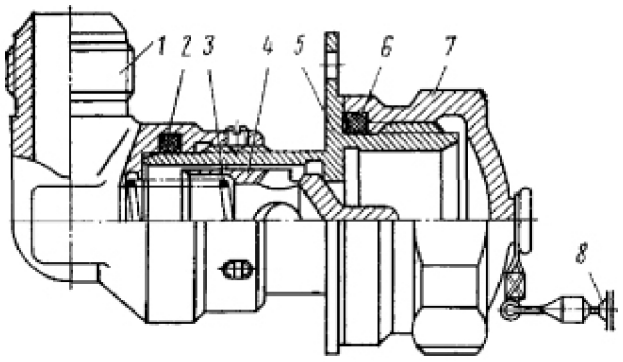


Рисунок 16- Клапан бортовой панели: 1- штуцер; 2,6- резиновые уплотнительные кольца; 3- пружина; 4- клапан; 5- корпус; 7- заглушка; 8- цепочка

3.14 Цилиндр управления фрикционом ручки ШАГ-ГАЗ.

Цилиндр управления фрикционом ручки ШАГ-ГАЗ обеспечивает бесступенчатое отклонение ручки на любой угол в пределах рабочего диапазона. В качестве гидроцилиндра используется расточка в оси крепления ручки ШАГ- ГАЗ (рисунок 17).

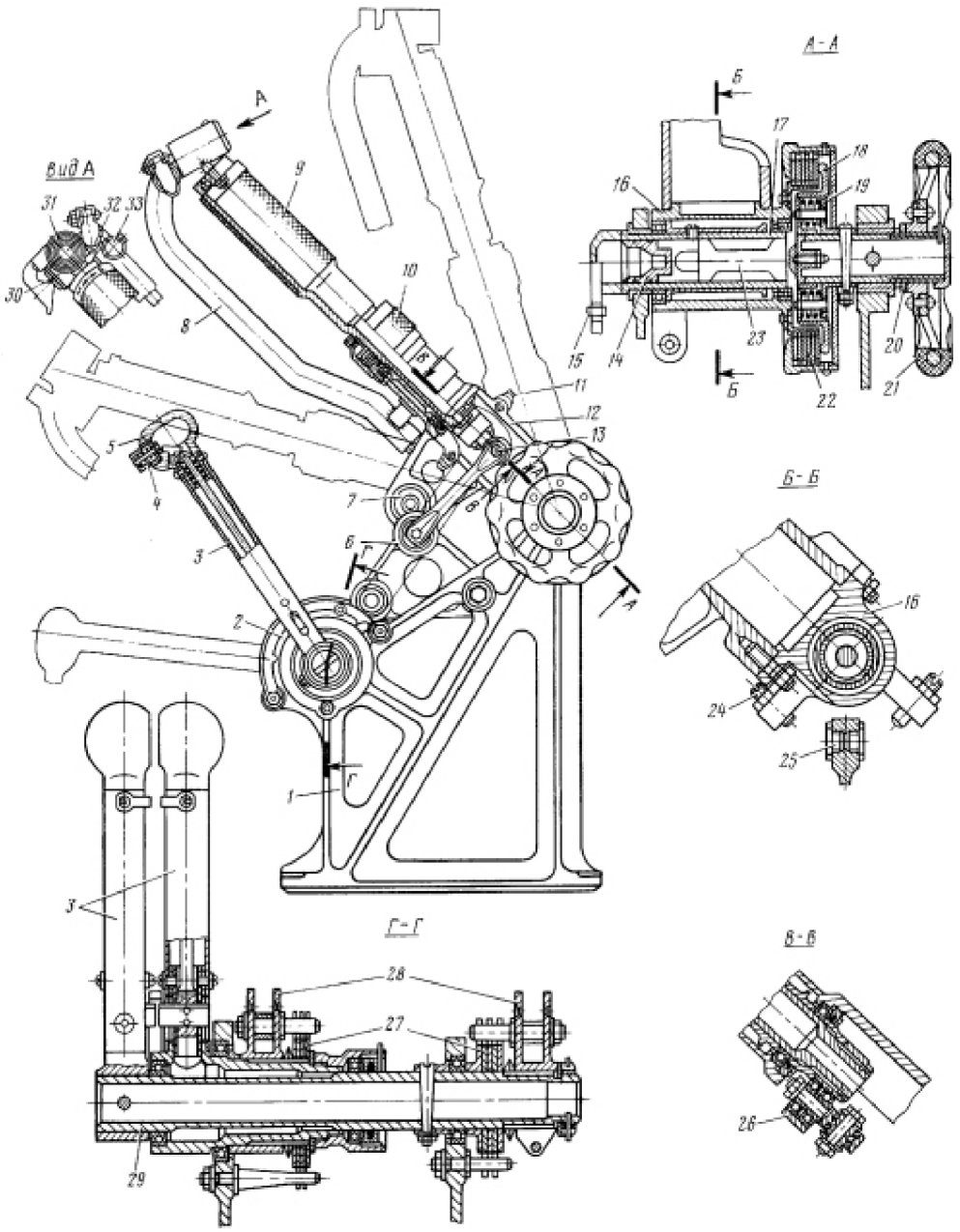


Рисунок 17 - Левая ручка ШАГ-ГАЗ: 1- кронштейн; 2- сектор; 3- рычаги раздельного управления двигателями; 4- кнопка; 5- рукоятка; 6- качалка; 7- проушина; 8- корпус кнопок; 9- поворотная рукоятка коррекции; 10- фрикцион; 11- винтовой упор; 12- корпус ручки ШАГ-ГАЗ; 13- звено проводки управления двигателями; 14- поршень;15- штуцер; 16- основание ручки ШАГ-ГАЗ; 17- ось ручки ШАГ-ГАЗ; 18- тарелка фрикциона; 19- упорный диск; 20- нажимная втулка; 21- маховичок;22- дисковый фрикцион; 23- плунжер; 24- регулировочный винт; 25- упор; 26- поводок; 27- фрикцион; 28- рычаг; 29- вал; 30,31,32,33- кнопки

В цилиндре установлен свободно плавающий поршень 14 с уплотнительными кольцами. При подаче жидкости в цилиндр поршень, перемещаясь, через промежуточный плунжер 23 действует на тарелку 18, которая отжимает пружины, расстопоривая ручку.

Подача жидкости в цилиндр производится включением электромагнитного крана ГА-192Т путем нажатия кнопки на ручке ШАГ-ГАЗ. При выключении крана полость под поршнем через кран ГА-192Т сообщается со сливом в бак. Усилием сжатых пружин жидкость выдавливается на слив, и ручка застопоривается.

3.15 Гидравлический упор.

Гидравлический упор предназначен для загрузки на земле ручки управления дополнительным усилием (120±30) Н [(12+3) кгс] при отклонении ее назад за пределы, соответствующие положению наклона тарелки автомат перекоса назад на угол 2°±12/.

Гидроупор (рисунок 18) установлен на стенке шпангоута 5Н и закреплен на кронштейн 1 болтами против нижнего плеча верхней угловой качалки продольного управления. Он состоит и: цилиндра 2, изготовленного вместе со штуцером, поршня 3 со штоком, регулируемого винтового упора 5 и буксы 4 с уплотнительными кольцами. Винтовой упор 5 ввернут в резьбовую расточку штока поршня 3 и зафиксирован контргайкой.

Включение гидроупора производится механизмами, установленными на штоках камер низкого давления главных стоек шасси. Каждый из механизмов состоит из микровыключателя 11, коромысла 10 с толкателем 9 и пружины 12. При необжатом штоке камеры низкого давления амортизаторов тарелка автомата перекоса способна отклоняться назад на угол $5^{\circ}{}^{+6'}_{-12'}$, что характерно для управления вертолетом в полете. После посадки вертолета шток камеры низкого давления амортизаторов обживается, и шлиц-шарнир 8 складывается. При этом он через толкатель 9 поворачивает коромысло 10, которое освобождает концевой выключатель 11, в результате чего подается питание на электромагнитный кран ГА-192Т. Последний срабатывает и подает жидкость в цилиндр 2 гидроупора. Под давлением гидрожидкости поршень 3 перемещается, и винтовой упор 5 через ролик 6 качалки 7 ограничивает диапазон ее поворота, а следовательно, и отклонение тарелки автомата перекоса назад на угол 2°+12'. Ограничение отклонения тарелки автомата перекоса назад препятствует удару лопастей несущего винта о хвостовую балку при посадке вертолета с большим утлом кабрирования. При необходимости увеличения угла наклона тарелки автомата перекоса назад на ручку управления необходимо приложить усилие не менее (120±30) Н [(12±3) кгс].

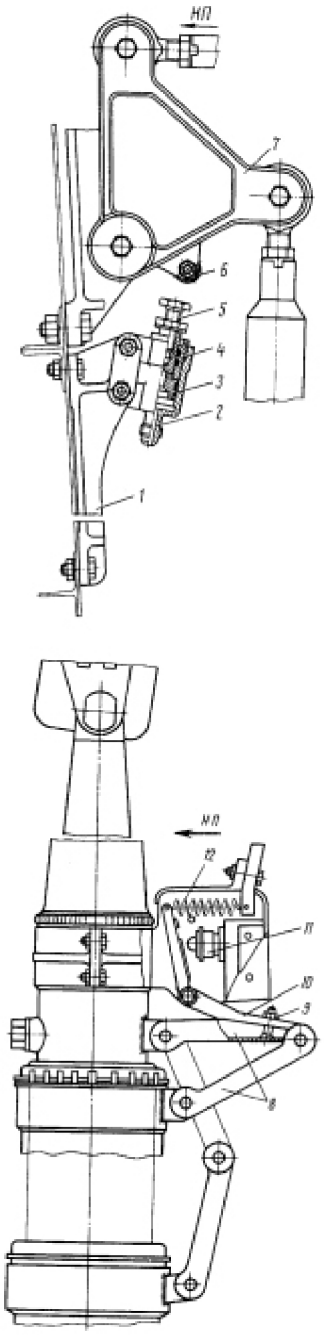


Рисунок 18- Гидравлический упор 1- кронштейн; 2- цилиндр; 3- поршень; 4- букса; 5- винтовой упор; 6- ролик; 7- качалка; 8- шлиц-шарнир; 9- толкатель; 10- коромысло; 11- микровыключатель; 12- пружина

При отрыве вертолета от земли и выходе штоков амортизаторов шлиц-шарнир 8 распрямляется, освобождая коромысло 10, которое с помощью пружины 12 поворачивается и нажимает на концевой выключатель 11. При этом кран ГА-192Т выключается, и жидкость усилием от ручки управления выжимается из цилиндра гидроупора через кран и дозатор.

3.16 Трубопроводы гидросистемы.

Трубопроводы гидросистемы в магистралях, нагруженных давлением, выполнены из бесшовных труб, изготовленных из нержавеющей стали Х19Н9Т, а на участках, не нагруженных давлением, - из алюминиевого сплава АМг2М. В местах подвода жидкости к управляемым гидроагрегатам применены гибкие резинотканевые шланги, заделанные в оплетку. Для удобства выполнения разводки и повышения эксплуатационной технологичности трубопроводов на гидропанели установлены коллекторы. Каждый коллектор состоит из толстостенной трубки с приваренными по концам штуцерами для подсоединения трубопроводов гидросистемы. В трубку вварены штуцера для крепления гибких шлангов накидными гайками.

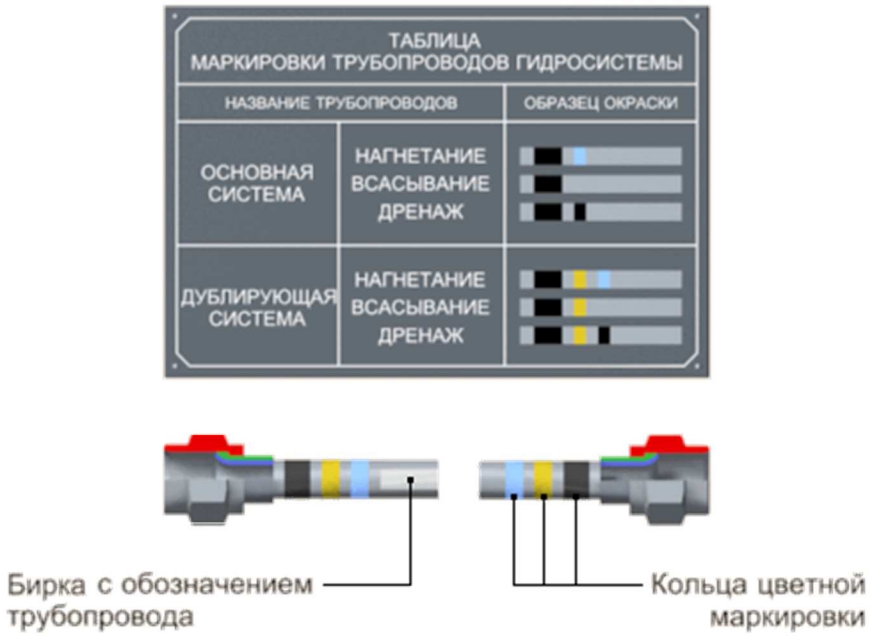


Рисунок 19 – Маркировка трубопроводов

Трубопроводы крепятся к гидропанели и другим элементам конструкции при помощи дюралюминиевых колодок с резиновыми прокладками. Трубопроводы имеют ниппельное соединение, снаружи окрашены эмалью серого или зеленого цвета с нанесением маркировочных колец согласно назначению.

4. Гидроусилители КАУ-30Б и РА-60Б.

Комбинированные гидроусилители КАУ-30Б и РА-60Б установлены в системе управления вертолетом и предназначены для снятия нагрузок с командных рычагов управления. На вертолете установлены три гидроусилителя КАУ-30Б в системах продольного, поперечного управлений и управления общим шагом несущего винта и один гидроусилитель РА-60Б в системе путевого управления.

Все четыре гидроусилителя шарнирно монтируются в опорах, закрепленных шпильками на общем кронштейне, установленном на главном редукторе. Опоры имеют подшипники, в которых агрегат может осуществлять угловое перемещение в плоскости, перпендикулярной оси цапф. Входная качалка каждого гидроусилителя соединена с тягой проводки управления, идущей от командных рычагов управления. Штоки силовых цилиндров соединены с качалками продольно-поперечного управления и рычагом общего шага автомата перекоса, а шток РА-60Б соединен с качалкой сектора путевого управления. Шлиц-шарниры удерживают гидроусилители от радиальных поворотов. Посредством штепсельных разъемов гидроусилители подсоединены к электрическим цепям автопилота, а с помощью гибких шлангов соединены с гидросистемой вертолета.

Ручное управление вертолетом с помощью гидроусилителей сводится к перемещению их золотников при отклонении командных рычагов управления. Штоки силовых цилиндров гидроусилителей через систему проводки управления изменяют наклон тарелки автомата перекоса или шаг рулевого винта со скоростью, пропорциональной скорости движения рычагов управления, и в направлении, соответствующем их отклонению. При остановке рычагов прекращается и перемещение управляемых органов.

На комбинированные режимы управления гидроусилители переключаются сигнальным давлением, поступающим от электромагнитных кранов ГА-192Т, и работают как от ручного управления, так и от сигналов автопилота в ограниченном диапазоне. При автоматической стабилизации вертолета от сигналов автопилота штоки гидроусилителей могут перемещаться в пределах 20% от полного хода штока. При этом рычаги управления остаются неподвижными, так как ручка продольно-поперечного управления фиксируется механизмами ЭМТ-2М, а ручка ШАГ-ГАЗ стопорится фрикционом. Гидроусилитель РА-60Б обеспечивает возможность медленной автоматической перегонки педалей управления в пределах полного диапазона их отклонения в случаях, когда потребный диапазон отклонения путевого управления для стабилизации превышает 20% его полного хода.

4.1 Гидроусилитель КАУ-30Б

Гидроусилитель КАУ-30Б является гидроэлектромеханическим силовым агрегатом со следящей системой управления. При ручном управлении работа агрегата осуществляется по гидромеханическому принципу, а при комбинированном (когда гидроусилитель работает одновременно от ручного управления и от сигналов автопилота) - по гидроэлектромеханическому принципу.

Основные технические данные КАУ-30Б

Рабочее давление, МПа (кгс/см²)	4,5±0,3—6,5 $^{+0.8}_{-0.2}$ (45±3—65 $^{+8}_{-2}$)
Максимальное усилие, развиваемое гидроусилителем при давлении в гидросистеме 6,5 МПа (65 кгс/см²) и скорости штока, равной нулю, кгс	не менее 1700
Ход исполнительного штока, мм:	
полный	74±2
рабочий	70 (по 35 в обе стороны)
Ход головки гидроусилителя от нейтрального положения при комбинированном управлении, мм	±6
Ход распределительного золотника ручного управления, мм.	не более 1,2
Средняя скорость движения исполнительного штока при ручном управлении под переменной нагрузкой от 0 до ± 15000 Н (1500 кгс), мм/с	не менее 60
Питание потенциометра ИПБ-45-1:	
напряжение, В	36
частота, Гц	400
Масса агрегата, кг	не более 12

Гидроусилитель (рисунок 20) состоит из узла головки 11, исполнительного штока с поршнем 14, силового цилиндра 15 и узла качалки 29, с помощью которой золотник ручного управления соединен с проводкой управления вертолетом.

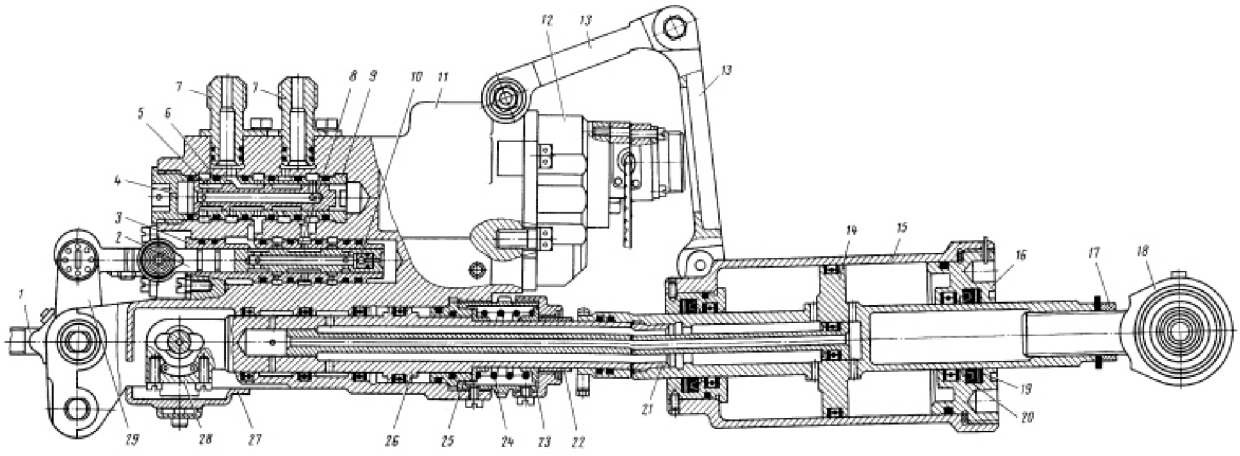


Рисунок 20 - Конструкция комбинированного гидроусилитея КАУ-30Б: 1 - наконечник для тяги ручного управления; 2 - распределительный золотник; 3, 8, 9 - гильзы; 4 - заглушка; 5 - клапан переключения систем; 6 -

расточка золотника; 7 - штуцера; 10 - шарик демпфера; 11 - головка; 12 - поляризованное реле; 13 - шлиц-шарнир; 14 - поршень силового цилиндра; 15 -- силовой цилиндр; 16 - гайка цилиндра; 17- контргайка наконечника; 18 - наконечник исполнительного штока; 19, 20 - уплотнение силового цилиндра; 21 - распределительная трубка; 22, 23 - втулки; 24 - пружина механизма возврата; 25 - букса; 26 - поршень комбинированного управления; 27 - крышка; 28 - упор; 29 - узел качалки

В узел головки 11 включены все управляющие и распределительные элементы и золотниковые пары, которые смонтированы в расточках и сверлениях головки и закрыты крышками или резьбовыми пробками. Для герметизации и разделения полостей нагнетания и слива места соединений деталей уплотнены резиновыми кольцами с защитными фторопластовыми прокладками.

Головка (рисунок 21) изготовлена из магниевого сплава, термически обработана и анодирована. В корпусе 4 головки расположены: распределительный золотник 15 ручного управления, клапан 2 переключения систем, распределительный клапан 8 автопилотного управления с управляющим золотником 3 от сигналов автопилота, толкателем 9 и пружиной 10, редукционный клапан 6, электромагнитное поляризованное реле 11, фильтры 1 и 5, дроссели 7 и 17, клапан 14 кольцевания силового цилиндра, клапан 18 включения комбинированного управления со стопорным устройством 26, клапан 16 кольцевания цилиндра комбинированного управления, цилиндр 19 комбинированного управления, шток с поршнем 25 комбинированного управления, механизм 24 возврата головки. На корпусе головки установлено пять штуцеров для подсоединения гибких шлангов подачи и слива жидкости.

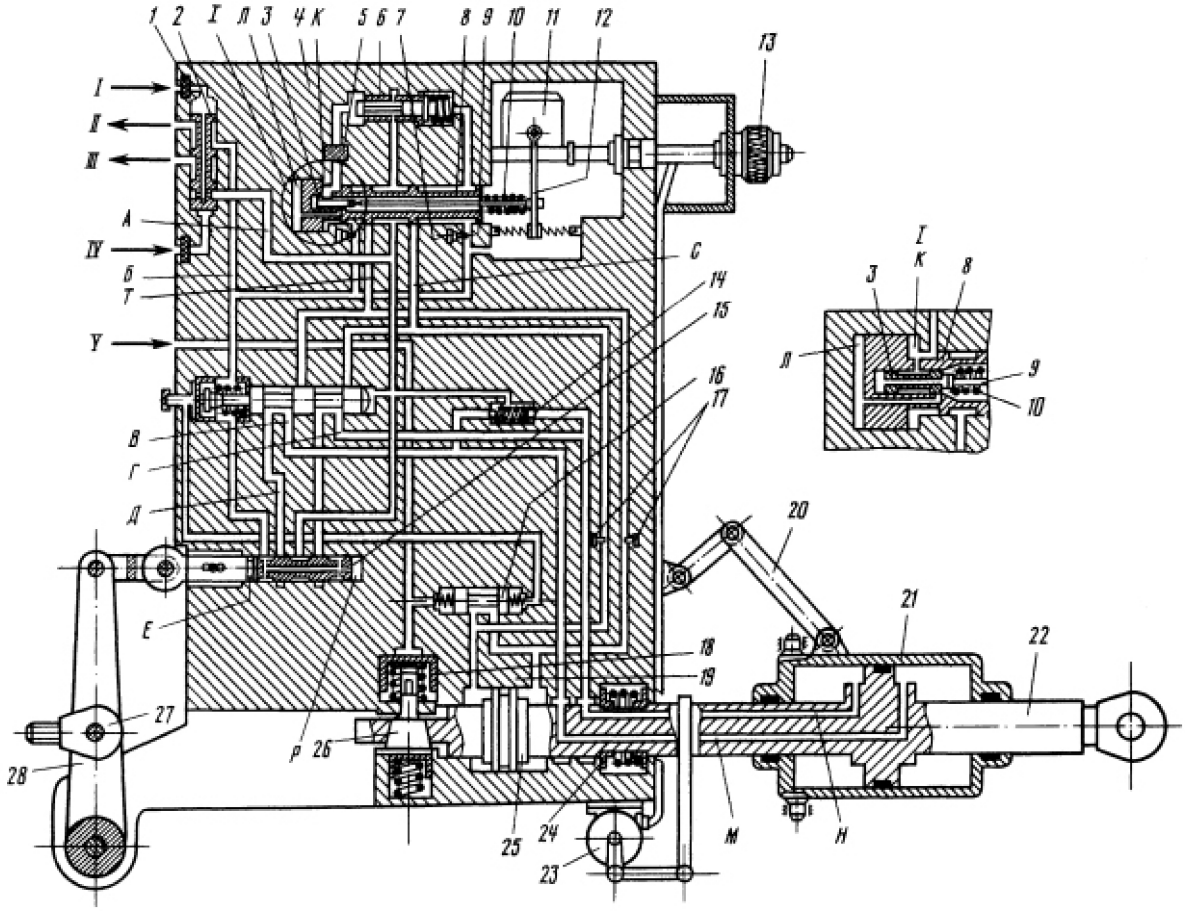


Рисунок 21 - Принципиальная схема комбинированного агрегата управления КАУ-30Б: I- канал, соединенный с трубопроводом нагнетания основной системы; II- канал, соединенный с трубопроводом слива основной системы; III- канал, соединенный с трубопроводом слива дублирующей системы; IV-канал, соединенный с трубопроводом нагнетания дублирующей системы; V-канал, подводящий жидкость для включения гидроусилителя на режим комбинированного управления; 1- фильтр; 2- клапан переключения с основной системы на дублирующую; 3- золотник распределительного клапана автопилотного управления; 4-корпус головки гидроусилителя; 5-фильтр тонкой очистки; 6- редукционный клапан; 7-дроссели; 8-распределительный клапан автопилотного управления; 9-толкатель; 10-пружина; 11-поляризованное реле; 12-якорь реле; 13-штепсельный разъем; 14-клапан кольцевания полостей силового цилиндра; 15-распределительный золотник ручного управления; 16-клапан кольцевания полостей цилиндра комбинированного управления; 17- дроссели; 18-плунжер; 19-цилиндр комбинированного управления;20- шлиц-шарнир; 21- силовой цилиндр; 22-исполнительный шток; 23- индукционный бесконтактный потенциометр ИПБ-45-1; 24- механизм возврата головки гидроусилителя в нейтральное положение; 25- поршень; 26-конический запор; 27-наконечник для подсоединения тяги ручного управления; 28- качалка

Силовой цилиндр 15 (рисунок 20) и исполнительный шток с поршнем 14 выполнены из высоколегированной стали и подвергнуты специальной обработке. Поршень 14 с исполнительным штоком размещен в цилиндре 15, в один торец которого запрессована и законтрена штифтами бронзовая втулка, а в другой ввинчена бронзовая гайка 16. Герметичность цилиндра по штоку обеспечивается постановкой в кольцевые канавки втулки и гайки цилиндра уплотнительных пакетов 19 и 20, а уплотнение по цилиндру достигается резиновыми кольцами.

На наружной поверхности цилиндра заодно с ним выполнены две цапфы для крепления гидроусилителя. В резьбовой хвостовик штока ввернут наконечник 18, в проушину которого установлен и завальцован сферический подшипник для соединения штока с качалкой проводки управления. На носке штока имеется внутренняя резьба для соединения со штоком поршня 26 комбинированного управления. Распределительная трубка 21, запрессованная во внутреннюю полость штоков, образует два канала, которыми соединяются полости силового цилиндра с каналами головки.

Для фиксации головки от проворачивания относительно силового цилиндра на. цилиндре и головке имеются проушины, в которых монтируются звенья шлиц-шарнира 13.

Цилиндр комбинированного управления выполнен в корпусе головки, составляя с ней одно целое, и закрыт буксой 25 с уплотнительными резиновыми кольцами. Букса фиксируется в расточке стальным стаканом, ввернутым в резьбовую расточку корпуса головки. Стакан одновременно является корпусом механизма возврата головки в нейтральное положение. Внутри стакана между двумя упорными втулками 23 установлена пружина 24 механизма, предварительный натяг которой обеспечен гайкой 22, навернутой на стакан.

На носке штока комбинированного управления имеется коническое гнездо под стопор, а снизу площадка для крепления упора 28, предотвращающего поворот головки относительно штока. При относительном движении головки упор 28 перемещается на двух шарикоподшипниках, установленных на осях в крышке 27.

Стопор 26 (рисунок 21) при помощи пружины обеспечивает стопорение головки гидроусилителя в среднем положении относительно штока. На носок конического стопора опирается его плунжер 18 с пружиной, которой при переходе гидроусилителя на комбинированное управление под действием давления гидрожидкости перемещает стопор, освобождая головку от фиксации относительно штока.

Между силовым цилиндром и головкой на штоке укреплен хомут с цапфой для соединения с рычагом индукционного бесконтактного потенциометра 23, который является датчиком обратной связи при комбинированном управлении. Потенциометр обеспечивает выдачу сигналов, пропорциональных перемещению головки относительно исполнительного штока, путем преобразования возвратно-поступательного движения головки в угловые перемещения ротора потенциометра. Распределительный золотник 15 ручного управления совместно с собственной гильзой образует четырехлинейную золотниковую пару. Передний конец золотника развернут в проушину, в которую запрессован шарнирный подшипник для соединения с серьгой узла качалки 28. В расточке хвостовика золотника установлен демпфер, предотвращающий резонансные колебания золотника. При движении золотника в сторону демпфера часть рабочей жидкости из полости Р вытесняется по зазорам между шариком и корпусом демпфера, и золотник нагружается сжимающей его силой. Обратное движение золотника 15 характерно созданием разрежения в полости Р, так как шарик демпфера прижимается жидкостью к своему седлу и полость Р перекрывается. В этом случае создается действующая на золотник всасывающая сила, превосходящая силу трения в распределительном устройстве не менее 0,5 кгс. В результате действующие на золотник при его перемещении силы препятствуют возникновению резонансных колебаний золотника и обеспечивают его устойчивую работу. Конструкция золотника ручного управления и его демпфера показана на рис. 18 поз. 2,10.

Клапан 2 (золотникового типа) (рисунок 21) переключения систем, клапан 14 (шарикового типа) кольцевания силового цилиндра и клапан 16 (плунжерного типа) цилиндра комбинированного управления монтируются в расточках корпуса головки в собственных гильзах.

Для дополнительной фильтрации рабочей жидкости, подводимой к рабочим элементам гидроусилителя, он имеет три фильтра 1, два из них установлены в магистралях подвода жидкости к клапану 2 переключения от основной и дублирующей систем, третий фильтр 5 - в магистрали подвода жидкости к распределительному клапану 8 автопилотного управления. Узел каждого фильтра состоит из фильтрующего элемента, запорного клапана с пружиной и пробки. Фильтрующий элемент имеет цилиндрический каркас, к которому снаружи припаяны внутренняя каркасная и внешняя фильтрующая сетки. Запорный клапан - плунжерного типа предотвращает вытекание гидрожидкости из гидроусилителя при демонтаже фильтра. Четыре дросселя 7 и 17, установленные в каналах гидроусилителя, устраняют пульсацию рабочей жидкости, подводимой к наиболее ответственным его элементам.

Распределительный клапан 8 автопилотного управления обеспечивает усиление мощности входного сигнала от автопилота и распределяет рабочую

жидкость в полости цилиндра комбинированного управления. Совместно с гильзой, исполнительным и управляющим золотниками он составляет многолинейную золотниковую пару. Поскольку клапан 8 является наиболее ответственным узлом, снаружи в проточках гильзы монтируются четыре кольцевых фильтрующих элемента, состоящих из латунных сеток и каркасных решеток. В передней расточке исполнительного золотника 8 с высокой точностью установлен управляющий золотник 3. Хвостовик управляющего золотника посредством пружины соединен с толкателем 9, который, в свою очередь, аналогичным образом через регулировочный винт связан с якорем 12 реле 11.

Подвод гидрожидкости к управляющему золотнику 3 осуществляется через редукционный клапан 6, обеспечивающий понижение рабочего давления гидрожидкости до 0,55 МПа (5,5 кгс/см2) с целью повышения стабильности работы золотника. Клапан состоит из золотника с гильзой, редукционной пружины, пробки и регулировочного винта. Величина постоянного давления рабочей жидкости регулируется редукционной пружиной.

Электромагнитное поляризованное реле РЭП-8Т преобразует ток управления в пропорциональное ему перемещение управляющего золотника 3. Реле 11 работает в среде гидрожидкости и представляет собой электромагнит с линейной зависимостью вращающего момента и угла поворота якоря от тока управления. Электромагнит состоит из основы и двух боковых Г-образных сердечников, несущих на себе катушки подмагничивания. Плоский якорь поворачивается между обмотками катушек на оси в пределах ±1030' и при повороте через толкатель 9 с пружиной 10 воздействует на положение управляющего золотника 3. Центрирующие пружины рычага якоря увеличивают его восстанавливающий момент. Весь узел реле в корпусе головки закрыт герметичной крышкой, а электропроводка выведена на штепсельный разъем 13.

Качалка 29, при помощи двух шарикоподшипников шарнирно закреплена к проушинам корпуса головки. Верхний конец качалки посредством эксцентрикового болта и серьги связан с распределительным золотником ручного управления. Эксцентриковый болт обеспечивает регулировку положения буртиков золотника относительно расточек гильзы при среднем положении качалки. В средней части качалки выполнено отверстие для прохода специального болта с втулками, к которому подсоединен наконечник 1 тяги ручного управления. Перемещение качалки, а следовательно, и распределительного золотника ограничивается втулками с овальными отверстиями, запрессованными в отверстия проушин корпуса головки. Зазоры между втулками болта и втулками проушин корпуса головки защищены от загрязнения латунными кольцами с пружинами.

При ручном управлении рабочая жидкость из основной гидросистемы через штуцер I, фильтр 1 (рисунок 21) и клапан 2 переключения поступает в канал А, а затем в среднюю проточку распределительного золотника 15 ручного управления. В случае отказа основной гидросистемы и включения дублирующей клапан 2 переключения давлением жидкости перемещается в противоположную сторону, и гидроусилитель переходит на питание от дублирующей системы.

Из канала А жидкость параллельно поступает к клапану 14 кольцевания силового цилиндра, распределительному клапану 8 автопилотного управления и редукционному клапану 6. Давлением жидкости шарики клапана 14 кольцевания прижимаются к своим седлам, которые разъединяют каналы В и Г, сообщающиеся с полостями силового цилиндра 21 каналами М и Н.

При отклонении ручки управления в ту или другую сторону через качалку 28 соответственно перемещается и золотник 15. При этом жидкость из средней кольцевой проточки золотника поступает через каналы Д, В, М или каналы Е, Г, Н в одну из полостей силового цилиндра 21 и перемещает исполнительный шток 22 с необходимым усилием вправо или влево. Одновременно жидкость из противоположной полости силового цилиндра вытесняется в сливную магистраль через каналы Н, Г, Е, Б или через каналы М, В, Д, Б в зависимости от положения золотника 15.

Движение распределительного золотника 15 происходит до того момента, пока не остановится командный рычаг. При этом золотник 15 ручного управления остановится, а головка 4 вместе с исполнительным штоком 22 продолжит движение до тех пор, пока буртиками золотника 15 не перекроются каналы Д и Е. В результате этого жидкость в полостях силового цилиндра 21 будет заперта, а шток 22 зафиксирован вместе с проводкой управления вертолетом, идущей от гидроусилителя к автомату перекоса.

При комбинированном управлении гидроусилитель работает от сигналов автопилота или одновременно от автопилота и ручного управления. Включение комбинированного управления производится посредством одновременной подачи сигнала на включение автопилота и электромагнитного крана ГА-192Т, который срабатывает и подает жидкость под давлением через штуцер V и клапан включения в канал для включения гидроусилителя на режим комбинированного управления. По каналу жидкость поступает к клапану 16 кольцевания, который разобщает полости цилиндра 19 комбинированного управления, и к плунжеру 18 для расстопоривания штока с поршнем 25 комбинированного управления. При этом головка агрегата получает возможность перемещаться относительно штока в пределах хода поршня 25 в цилиндре 19 комбинированного управления.

При подаче сигнала от автопилота в одну из обмоток поляризованного реле 11 якорь 12 поворачивается и через толкатель 9 и пружину 10 перемещает влево или вправо от нейтрального положения управляющий золотник 3. Камера Л соединяется с линией подачи или слива, что вызывает перепад давлений в камерах Л и К. Под действием неуравновешенных сил распределительный клапан 8 следует за золотником 3, т. е. повторяет его движения.

При перемещении распределительного клапана 8 вправо жидкость из канала А через кольцевую канавку клапана и канал С поступит в левую полость цилиндра 19 комбинированного управления. Одновременно правая полость этого цилиндра через канал Т и левую кольцевую канавку клапана 8 сообщается со сливным каналом Б, и вследствие перепада давления в полостях цилиндра 19 головка 4 гидроусилителя начнет перемещаться влево относительно штока с поршнем 25 и распределительного золотника 15. При смещении корпуса 4 головки гидроусилителя относительно золотника 15 произойдет сообщение через кольцевую расточку золотника 15 канала А с каналом 1 через каналы Е и Г. Одновременно канал М через каналы В и Д. и левую кольцевую канавку золотника 15 сообщится со сливным каналом Б.

Вследствие возникающего перепада в полостях силового цилиндра 21 исполнительный шток 22 переместится вправо вызывая перемещение органов управления. Так как головка гидроусилителя имеет возможность перемещаться относительно штока с поршнем 25 на ±6 мм от нейтрального положения, что соответствует 20% от общего хода исполнительного штока 22, то и органы управления от сигналов автопилота переместятся в 20%-ной зоне от их общего хода. Такой диапазон управления от автопилота выбран с целью безопасности на случай отказа автопилота. При перемещении распределительного клапана 8 влево происходит подача гидрожидкости под давлением в противоположные полости цилиндров, поэтому и направление движения исполнительного штока 22 изменяется на противоположное.

При комбинированном управлении на гидроусилитель передается усилие пилота через ручку управления с одновременной коррекцией за счет соответствующих электрических сигналов от автопилота, обеспечивающих автоматическое устранение самопроизвольных отклонений вертолета, т. е. при ручном управлении вертолетом исполнительный шток 22 гидроусилителя при перемещении командных рычагов перемещается в ту же сторону. Одновременно с этим в случае самопроизвольного отклонения вертолета автопилот посылает сигналы на поляризованное реле 11, от которых перемещается клапан 8, жидкость подается на перемещение цилиндра 19, и следовательно, корпуса 4 головки гидроусилителя. Корпус 4 перемещается относительно золотника 15, от которого жидкость по каналу А поступает в силовой цилиндр 21, перемещает его шток, и тем самым автоматически устраняется самопроизвольное отклонение вертолета.

Для предотвращения ухода вертолета в противоположную сторону с потенциометра ИПБ-45-1 гидроусилителя на вход агрегата управления автопилота поступает сигнал, противоположный по знаку управляющему сигналу. В дальнейшем потенциометр вырабатывает сигналы, пропорциональные перемещению головки относительно исполнительного штока.

При отключении комбинированного управления механизм возврата 24 устанавливает головку гидроусилителя в нейтральное положение относительно поршня 25. При этом клапан кольцевания 16 сообщает между собой полости цилиндра комбинированного управления, что облегчает стопорение головки гидроусилителя стопором 26.

Выключение комбинированного режима работы гидроусилителей во всех системах управления осуществляется путем выключения автопилота. Кроме того, отключение канала высоты автопилота и режима комбинированного управления в гидроусилителе общего шага происходит при нажатии кнопки расстопоривания фрикциона ручки ШАГ-ГАЗ, т. е. когда возникает необходимость вручную изменить высоту полета.

При отсутствии давления в основной и дублирующей гидросистемах гидроусилитель преобразуется в жесткую тягу проводки управления. В гидросистеме имеется клапан кольцевания 14, обеспечивающий кольцевание полостей силового цилиндра 21 через распределительный золотник 15 ручного управления. Это дает возможность при неработающей гидросистеме вручную через командные рычаги и цепи управления вертолетом воздействовать на перемещение распределительного золотника, а от него через корпус 4 головки на положение исполнительного штока 22 и далее на управляемые органы.

При отклонении ручки управления перемещается золотник 15, и жидкость из одной полости цилиндра 21 вытесняется, отжимает шарик клапана 14 и далее через центральную кольцевую расточку в золотнике 15 и каналы Д или Е (в зависимости от направления движения золотника) заполняет противоположную полость цилиндра 21. После остановки распределительного золотника за счет действия внешних сил на исполнительный шток последний займет новое необходимое положение.

4.2 Гидроусилитель РА-60Б

Гидроусилитель РА-60Б является гидроэлектромеханическим исполнительным силовым механизмом, установленным в системе путевого управления вертолетом. По устройству, принципу действия и схеме работы гидроусилитель РА-60Б (рисунок 22) аналогичен гидроусилителю КАУ-30Б и отличается от последнего тем, что имеет специальный механизм перегонки, концевые микровыключатели, другой профиль лысок распределительного золотника ручного управления и увеличенный диапазон его хода до 2,1 мм.

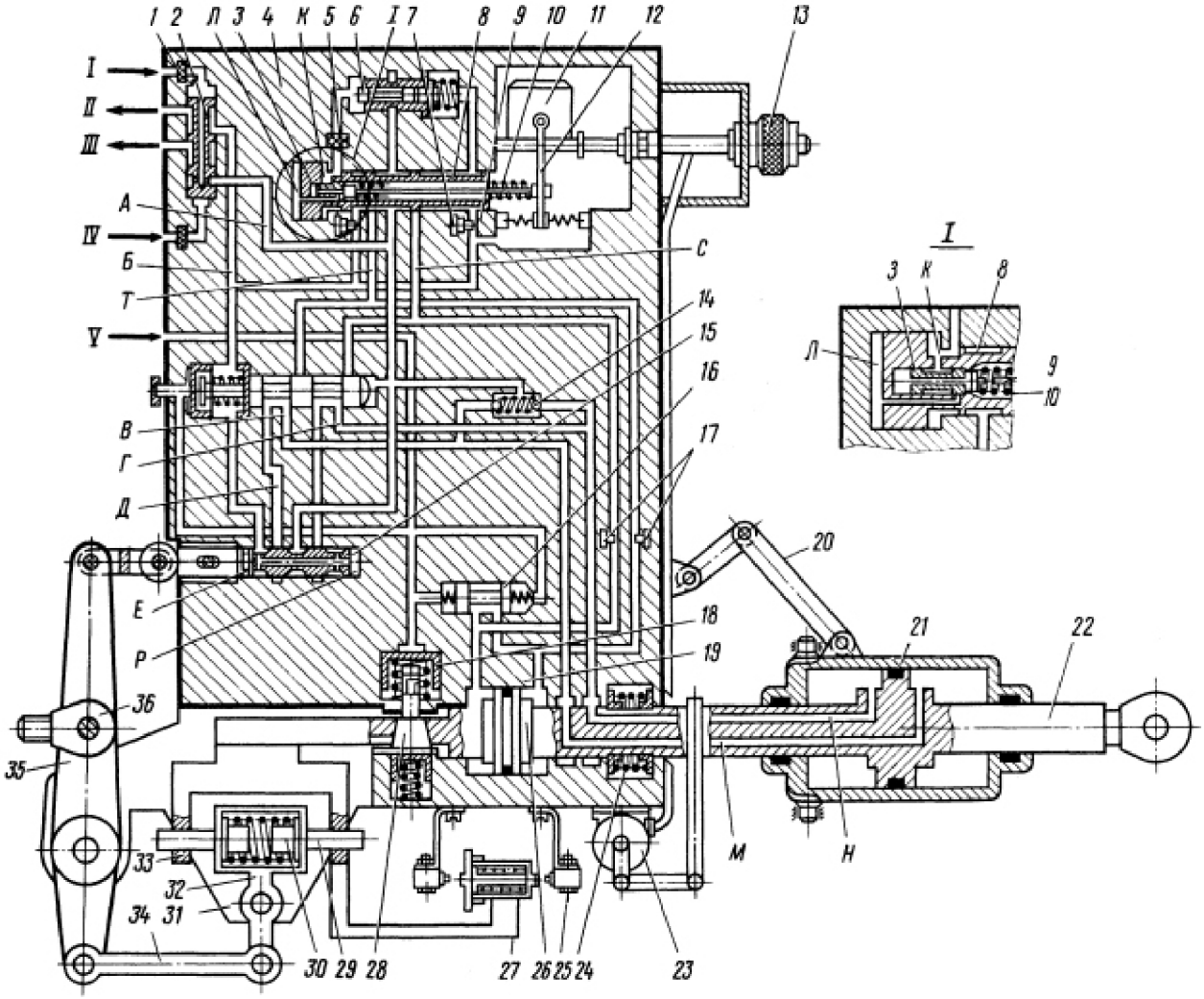


Рисунок 22 -Принципиальная схема рулевого агрегата РА-60Б: I, II, III, IV - каналы, соединенные с трубопроводами нагнетания основной системы слива основной системы, слива дублирующей системы, нагнетания дублирующей системы соответственно V - канал, подводящий жидкость для включения агрегата КАУ-30Б на режим комбинированного управления 1,5 - фильтры; 2 - клапан переключения с основной системы на дублирующую; 3 - управляющий, золотник 4- корпус головки; 6 - редукционный клапан; 7, 17 - дроссели; 8 - распределительный клапан автопилотного управления; 9 - толкатель; 10- пружина; 11 - поляризованное реле; 12 - якорь реле; 13 -

штепсельный разъем; 14 - клапан кольцевания полостей силового цилиндра; 15 - распределительный золотник ручного управления; 16 - клапан кольцевания полостей цилиндра комбинированного управления; 18 - клапан включения комбинированного управления со стопорным устройством; 19-цилиндр; 20- шлиц-шарнир; 21 -силовой цилиндр; 22 - исполнительный шток; 23 - индукционный бесконтактный потенциометр ИПБ-45-1; 24 - механизм возврата головки агрегата в нейтральное положение; 25 - микровыключатель; 26 - поршень; 27 - пружинный упор; 28 - конический стопор; 29 - регулировочные винты; 30 - стаканы; 31 - кронштейн; 32 - двуплечая качалка; 33 - скоба; 34 - тяга; 35 - входная качалка; 36-наконечник для тяги управления

Механизм перегонки (механизм отключения обратной связи исполнительный шток - распределительный золотник ручного управления) позволяет расширить диапазон работы гидроусилителя при комбинированном управлении, т. е. при необходимости обеспечить полный ход исполнительного штока от электрических сигналов автопилота при комбинированном управлении двух микровыключателей 26.

Двуплечая качалка 32 шарнирно установлена на кронштейне 31, закрепленном к корпусу 4 головки гидроусилителя. Верхнее плечо качалки 32 развернуто в цилиндр, в котором размещены два стакана 30 с установленной между ними пружиной. Нижнее плечо качалки заканчивается проушиной для соединения с тягой 34, связывающей качалку с нижним плечом качалки 35 гидроусилителя. Скоба 33 механизма винтами закреплена к нижней площадке носка штока комбинированного управления. Она имеет два регулировочных винта 29, установленные на одной оси со стаканами, 30 двуплечей качалки. Скоба одновременно предотвращает поворот штока относительно головки с помощью направляющих подшипников, смонтированных в кронштейне. К заднему плечу скобы жестко закреплен рычаг с пружинным упором 27 микровыключателей. Микровыключатели 26 смонтированы на двух стойках, закрепленных винтами к нижнему фланцу корпуса головки гидроусилителя. Регулировочные винты 29 ограничивают свободное перемещение верхнего плеча качалки механизма при относительных перемещениях головки. Разность между величиной свободного хода качалки из среднего положения до упора ее в регулировочный винт и величиной относительно хода головки от среднего положения до упора определяет смещение распределительного золотника ручного управления от среднего положения при перегонке.

Стаканы 30 двуплечей качалки обеспечивают перемещение входной качалки 35 гидроусилителя в сторону, противоположную перегонке, силой, приложенной к точке соединения входной качалки с проводкой управления. Механизм перегонки совместно с микровыключателями закрыт кожухом, закрепленным к корпусу головки винтами.

Гидроусилитель РА-60Б может работать в ручном (ножном) режиме, режиме комбинированного управления как от сигналов автопилота, так и от ножного управления, в режиме при отсутствии давления рабочей жидкости в гидросистеме и режиме перегонки.

В первых трех случаях схема работы РА-60Б ничем не отличается от гидроусилителя КАУ-ЗОБ. Работа гидроусилителя РА-60Б в режиме перегонки заключается в следующем. При работе гидроусилителя в комбинированном режиме после отработки максимального сигнала от автопилота, т. е. когда шток цилиндра комбинированного управления становится на упор, пружинный упор 27 нажимает на микровыключатель 26, который подает импульс тока на электромагнитный тормоз ЭМТ-2М для его растормаживания, и нагрузка с педалей снимается. Одновременно вследствие разности относительного хода головки и свободного хода двуплечей качалки 32 последняя упирается в один из регулировочных винтов 29 на скобе 33 механизма и через тягу 34 поворачивает входную качалку 35 гидроусилителя и перемещает распределительный золотник 15 ручного управления по ходу исполнительного штока на определенную величину относительно среднего положения. Поскольку золотник 15 обеспечивает поступление гидравлической жидкости в полость силового цилиндра, исполнительный шток агрегата продолжает перемещаться в ту же сторону с постоянной и небольшой скоростью. Вместе с исполнительным штоком перемещаются и педали управления.

Перегонка продолжается до тех пор, пока на вход привода не поступит сигнал стабилизации обратного знака. Для изменения направления движения исполнительного штока при перегонке необходимо к педалям управления приложить увеличенное усилие в направлении, противоположном движению исполнительного штока. Это усилие передается на качалку 35, происходит перекладка золотника, и исполнительный шток перемещается в обратную сторону.

При необходимости пилот может переключить управление на себя путем нажатия на гашетки педалей, в результате чего стабилизация вертолета по курсу отключается. В этом случае на гидроусилитель передается воздействие от пилота с одновременной коррекцией от автопилота движения вертолета по угловой скорости рыскания. При этом комбинированное управление работает в небольших пределах, и перегонки не происходит. При снятии ног с педалей автоматически включается стабилизация вертолета по углу курса, и вертолет удерживается на новом курсе.

5. Техническое обслуживание.

Безотказная работа гидравлической системы может быть гарантирована лишь при своевременном выполнении определенного комплекса работ в соответствии с регламентом технического обслуживания вертолета.

Основными видами работ по этой системе являются: контроль состояния и надежность крепления агрегатов и трубопроводов системы, проверка системы на герметичность, заправка гидросистемы АМГ-10, контроль фильтров и зарядка гидроаккумуляторов.

Трещины на агрегатах гидросистемы не допускаются, поврежденные агрегаты подлежат замене. Негерметичность устраняется подтяжкой гаек разъемных соединений или заменой уплотнительных прокладок. Ослабленные гайки крепления подтягивают с определенным моментом тарированными ключами. Нарушенную контровку заменяют.

Расстояние между трубопроводами на изгибах должно быть не менее 3 мм, между трубопроводами и неподвижными элементами конструкции вертолета не менее 5 мм, а между трубопроводами и подвижными элементами не менее 10 мм. Допустимая овальность в местах изгиба трубопроводов не должна превышать 5 мм. Царапины, риски, потертости и коррозию глубиной до 0,1 мм удаляют путем зачистки шлифовальной шкуркой до полного удаления следов повреждения, а затем поврежденные участки грунтуют и покрывают эмалью зеленого или шарового цвета в зависимости от принадлежности трубопровода системе. Шланги гидросистемы, имеющие негерметичность, вызванную надрывами и потертостями, заменяют.

При осмотре гидроусилителей проверяют крепление опор к плите, отсутствие ослабления гаек болтов шарнирных соединений, состояние штоков. Допускается замасливание штоков гидроусилителей при их работе без каплеобразования. При обслуживании штоки смазывают смазкой ЦИАТИМ-201. Затяжку гаек крепления опор гидроусилителей выполняют тарированным ключом с моментом (60+10) Н-м [(6+1) кгс · м].

Фильтрующие элементы фильтров тонкой очистки проверяют на отсутствие на них порывов и проколов сеток, а также исправность резиновых колец. Фильтры тонкой очистки промывают на ультразвуковой установке. При отсутствии последней устанавливают новый фильтрующий элемент. Стакан с фильтрующим элементом ввинчивают в корпус фильтра и контрят. При обнаружении механических частиц и налета на фильтре следует выяснить причины их появления.

При выполнении технического обслуживания гидросистемы производят визуальный контроль АМГ-10, прокачку и проверку работоспособности гидросистем от наземной гидроустановки, а также проверку агрегатов и трубопроводов на герметичность.

создать рабочее давление в гидросистеме и проработать рычагами управления вертолетом в течение 8...10 мин при питании от основной гидросистемы и 3...5 мин от дублирующей. Выключить гидроустановку и, перемещая органы управления, стравить давление в гидросистеме до нуля. Слить из основной и дублирующей гидросистем через бортовые клапаны нагнетания по 0,5...1,0 л АМГ-10 в специальную емкость. Кроме того, следует поочередно слить через бортовые клапаны всасывания по 0,3...0,5 л АМГ-10 из баков основной и дублирующей систем. Масло АМГ-10 не должно иметь помутнения, механических примесей и воды. При обнаружении помутнения масла, механических примесей и воды берут повторную пробу, если и в ней имеются таковые, то АМГ-10 в гидросистеме заменяют. Из гидробака масло сливают через бортовые клапаны всасывания при помощи специального шланга с наконечником, обеспечивающего открытие их обратных клапанов. Для этого выводной конец шланга предварительно устанавливают в предусмотренную для слива емкость. Из трубопроводов нагнетания масло сливают путем отжатия обратных клапанов бортовых клапанов нагнетания. Слив масла в емкость ведут через шелковый (батистовый) фильтр. После слива масла следует промыть гидросистему, для чего подсоединить шланг нагнетания гидроустановки к бортовому клапану всасывания основной гидросистемы, а шланг всасывания гидроустановки опускают в емкость с профильтрованным маслом, ранее слитым из гидросистемы. Включив гидроустановку и пронаблюдав за уровнем масла в полостях гидробака, когда уровень масла дойдет до верхних рисок масломерных стекол бака, гидроустановку выключают. Вновь сливают масло из гидросистемы, проверив его чистоту, а затем снимают и промывают фильтры тонкой очистки гидросистемы и устанавливают их на место.

Заправляют бак гидросистемы закрытым способом. Для этого следует проверить наличие разрешения на заправку маслом из гидроустановки в паспорте (контрольном талоне). Перед заправкой бака слить отстой масла из гидроустановки в стеклянную тару и проконтролировать его на предмет наличия грязи, механических примесей и воды. Подготовить гидроустановку и проверить чистоту наконечников и переходников. При обнаружении грязи и пыли наконечники и переходники промывают керосином и после их протирания чистой салфеткой через -них проливают 0,5 л АМГ-10 путем включения гидроустановки. Перемещая ручки управления, стравить давление в гидросистеме по манометру до нуля и, открыв крышку люка бортовых клапанов, отвернуть заглушку всасывающего клапана основной гидросистемы. Подсоединить к клапану нагнетающий шланг с переходником и включить гидроустановку. Контроль заправки вести по масломерным

стеклам емкостей бака. При достижении уровня гидрожидкости верхних рисок на масломерных стеклах необходимо выключить гидроустановку. Отсоединив от бортовой панели шланг с переходником гидроустановки, навернуть на клапан заглушку и законтрить ее. Аналогичным образом заправить бак дублирующей гидросистемы. Для заправки можно использовать наземные гидроустановки типа УПГ-250, УПГ-250МГ, УПГ-300, ЭГУ-3.

По окончании заправки гидросистемы следует проверить ее работу от двигателей или наземной гидроустановки, вновь проконтролировать уровень масла в гидробаке и при необходимости дозаправить. Установку крышки заливной горловины, гаек трубопроводов и гаек-заглушек бортовых штуцеров всасывания и нагнетания производят с предварительным их осмотром на предмет исправности и последующей контровкой.

Для проверки гидросистемы на герметичность и работоспособность без запуска двигателей используют установку УПГ-250. При этом выворачивают заглушки со штуцеров всасывания и нагнетания основной и дублирующей гидросистем и на них наворачивают наконечники соответствующих шлангов установки. К вертолету подключают источник аэродромного питания и переключатель АККУМУЛЯТОР - АЭРОДРОМНОЕ ПИТАНИЕ устанавливают в положение АЭРОДРОМНОЕ ПИТАНИЕ. На левой панели АЗС включают выключатели АЗС АЭРОДРОМНОЕ ПИТАНИЕ 115 - ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 115, ГИДРОСИСТЕМА ОСНОВНАЯ, ГИДРОСИСТЕМА ДУБЛИРУЮЩАЯ, а на средней панели электропульта устанавливают переключатель ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 115 В -ГЕНЕРАТОР 115 В в положение ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 115 В, выключатели ГИДРОСИСТЕМА ОСНОВНАЯ, ГИДРОСИСТЕМА ДУБЛИРУЮЩАЯ в ПОЛОЖЕНИЕ ВКЛЮЧЕНО, должно загореться табло РАБОТАЕТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ 115 В. На правой приборной доске переключатель ТРАНСФОРМАТОР ДИМ установить в положение ОСНОВНОЙ, на средней панели электропульта стрелки указателя УИ-1 станут на 0.

Включить установку УПГ-250 и проследить за показаниями указателей УИ-1. При повышении давления в основной гидросистеме по указателю (3,5±0,5) МПа [(35±5) кгс/см2] должно загореться табло ОСНОВНАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА, а давление по указателю дублирующей гидросистемы должно быть равно 0. При плавном перемещении командных рычагов управления в диапазоне их отклонения со скоростью не более 10 циклов в минуту стрелка указателя УИ-1 основной гидросистемы должна колебаться в пределах (4,5±0,3)...($6{,}5^{+0{,}8}_{-0{,}2}$) МПа [(45±3)...(65^{+8}_{-2}) кгс/см2]. Передвижение рычагов управления должно быть легким и плавным без заеданий, рывков, вибраций и затяжелений.

После проверки работы основной гидросистемы выключатели включения гидросистем и установку УПГ-250 необходимо выключить и стравить давление в гидросистеме путем перемещения командных рычагов управления.

Проверить состояние тяг и качалок в системе управления вертолетом на предмет наличия перекосов, заеданий, зазоров и ослабления крепления гидроусилителей, которых не должно быть. Поперечный зазор опор гидроусилителя допускается не более 0,5 мм. При наличии дефектов в системе управления их устраняют и производят повторную проверку работоспособности основной гидросистемы. Кроме контроля подвижных элементов системы управления вертолетом, проверяют отсутствие подтекания гидрожидкости, ослабления соединения агрегатов, трубопроводов и штуцеров, срыва резьбы гаек и повреждений развальцовок трубок.

После проверки основной гидросистемы в таком же порядке проверяют работу дублирующей гидростемы. В этом случае выключатель ГИДРОСИСТЕМА ОСНОВНАЯ необходимо выключить. Тогда при падении давления гидрожидкости в основной системе по указателю УИ-1 до (3±0,5) МПа [(30±5) кгс/см2] должна включиться дублирующая гидросистема, о чем свидетельствует загорание табло ДУБЛИРУЮЩАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА, а табло ОСНОВНАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА должно погаснуть. Остальные операции аналогичны проверке основной гидросистемы. После проверки работы дублирующей гидросистемы следует включить выключатель ГИДРОСИСТЕМА ОСНОВНАЯ и проследить за показанием указателей УИ-1. При нарастании давления в основной системе до (3,5±0,5) МПа [(35±5) кгс/см2] давление в дублирующей системе должно плавно упасть до (3±0,2) МПа [(30±2) кгс/см2], а затем резко до 0. При этом, загорится табло ОСНОВНАЯ ГИДРОСИСТЕМА ВКЛЮЧЕНА. В случае проверки работы основной гидросистемы проверяют работу автопилота. После проведения проверки работоспособности основной и дублирующей гидросистем проверяют зарядку гидроаккумуляторов. Проверку осуществляют методом стравливания давления в системе путем перемещения командных рычагов управления после выключения гидроустановки. При правильной зарядке гидроаккумуляторов азотом характерно резкое падение давления в гидросистеме по манометрам с (3±0,2) МПа [.(30±2) кгс/см2] до 0.

Выключение гидросистем вертолета и гидроустановки производят в последовательности, обратной включению.

В случае падения давления в гидросистемах до 0 с величины, большей или меньшей (3±0,2) МПа [(30±2) кгс/см2], необходимо проверить зарядку гидроаккумуляторов азотом специальным приспособлением (рисунок 23).

Для этого следует, сняв колпачок зарядного штуцера аккумулятора, навернуть на штуцер приспособление и, поворачивая шток приспособления за рукоятку, открыть зарядный клапан гидроаккумулятора и по манометру приспособления определить давление азота.

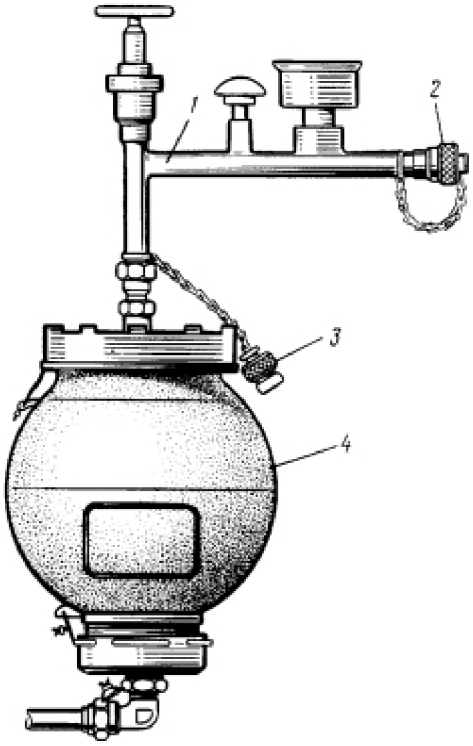


Рисунок 23- Проверка давления азота в гидроаккумуляторе
1- трубка; 2,3- заглушки; 4- гидроаккумулятор

Если давление азота окажется меньше 2,8 МПа (28 кгс/см2), то требуется зарядить гидроаккумулятор азотом. Для этого следует закрыть зарядный клапан гидроаккумулятора, вывернуть шток приспособления и снять заглушку с приспособления для подсоединения зарядного шланга. Выполнив подготовку аэродромного баллона и зарядного шланга к работе, подсоединить последний к баллону и штуцеру зарядного приспособления. Поворотом штока приспособления за рукоятку открыть зарядный клапан гидроаккумулятора, а вентилем баллона подать азот, регулируя по манометру приспособления рост давления в гидроаккумуляторе При показаниях манометром давления (3,2±0,2) МПа [(32±2) кгс/см2] закрыть вентиль баллона и зарядный клапан гидроаккумулятора, запорной иглой стравить давление в шланге, снять зарядный шланг и приспособление. При перезарядке гидроаккумулятора с помощью запорной иглы приспособления следует стравить давление до требуемого. Герметичность зарядного клапана аккумулятора проверяют путем увлажнения клапана мыльным раствором. Аналогичным образом проверяют и заряжают азотом другие

гидроаккумуляторы. Зарядку гидроаккумуляторов производят при отсутствии давления в гидросистемах.

При обслуживании гидроусилителей периодически осматривают и промывают их фильтры. Для этого необходимо расконтрить и вывернуть пробку одного из фильтров, вынуть фильтр и осмотреть целостность и чистоту его сетки. Порывы сетки, нарушение паяного шва и загрязнение не допускаются. После контроля фильтр следует промыть в бензине, продуть с внутренней стороны сжатым воздухом под давлением не более (0,15...0,2) МПа [(1,5...2) кгс/см2] и установить фильтр на место, убедившись в целости уплотнительных резиновых колец и чистоте пробки. Аналогичным образом осматривают и промывают остальные фильтры гидроусилителей.

Список использованных источников

1. Научный вестник МГТУ ГА [Текст] / Федер. агентство возд. транспорта, Моск. гос. техн. ун-т гражд. авиации ; [отв. ред. В. С. Шапкин]. - М. : МГТУ ГА, 1998 - . - (Серия Аэромеханика и прочность). 119 (9). - 2007. - 183 с. - ISBN 978-5-86311-611-2
2. Ружицкий, Евгений Иванович. Вертолеты [Текст] / Е. И. Ружицкий. - М. : Виктория : АСТ, 1997 - . - (Современная авиация). Т. 1. - 1997. - 192 с. - ISBN 5-89327-006-1. - ISBN 5-7841-0235-4
3. Данилов, Вячеслав Александрович. Вертолет Ми-8 [Текст] : устройство и техн. обслуживание / В. А. Данилов. - М. : Транспорт, 1988. - 278 с. - ISBN 5-277-00160-3
4. Володко, Александр Михайлович. Вертолет в усложненных условиях эксплуатации [Текст] : [учеб.-метод. пособие] / А. М. Володко. - М. : КДУ, 2007. - 231 с. - ISBN 978-5-98227-296-6