

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
системы управления вертолета Ми-8**

Электронное учебное пособие

САМАРА
2012

Авторы: **Киселев Денис Юрьевич,**

Киселев Юрий Витальевич

Киселев, Д. Ю. Общие сведения и конструкция системы управления 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 учебном пособии изложены общие сведения о конструкции системы управления вертолета, приведены основные технические данные.

Приведено описание основных элементов системы управления, 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 полезно студентам других направлений и специальностей, изучающих конкретную авиационную технику.

Подготовлено на кафедре эксплуатации авиационной техники.

Содержание

1 Общие сведения.....	4
2. Автомат перекося.....	6
3. Проводка системы управления вертолетом.....	9
4 Агрегат продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом.....	11
5 Продольно-поперечное управление.....	12
6. Путевое управление.....	16
7. Пружинные механизмы загрузки.....	19
8 Электромагнитный тормоз ЭМТ-2М.....	21
9 Объединенное управление.....	22
10 Ручки ШАГ-ГАЗ.....	24
11. Замыкающий вал.....	25
12. Блок валов.....	26
13. Управление остановом двигателей.....	27
14. Управление тормозом несущего винта.....	28
15 Техническое обслуживание.....	31
15.1 Предварительная установка корпусов осевых шарниров втулки несущего винта.....	34
15.2 Регулирование управления общим шагом несущего винта.....	34
15.3 Регулирование управления двигателями.....	36
15.4 Регулирование продольного и поперечного управлений вертолетом..	37
15.5 Регулирование управления рулевым винтом.....	40
15.6 Регулирование управления тормозом несущего винта.....	42
15.7 Устранение несоконусности лопастей несущего винта.....	43
Список использованных источников	47

1 Общие сведения.

Управление вертолетом, т. е. изменение его балансировочного положения относительно трех пространственных осей, производится путем изменения значения и направления силы тяги несущего винта, значения силы тяги рулевого винта.

В систему управления вертолетом входят следующие элементы:

- двойное продольно-поперечное управление;
- двойное ножное управление;
- управление механизмами загрузки;
- двойное объединенное управление «Шаг-газ»;
- раздельное управление двигателями;
- управление остановом двигателей;
- управление тормозом несущего винта.

Изменение величины полной аэродинамической силы несущего винта осуществляется изменением общего шага несущего винта, т. е. одновременным увеличением или уменьшением углов установки всех пяти лопастей на одну и ту же величину при помощи ручки «Шаг-Газ».

Изменение направления полной аэродинамической силы несущего винта осуществляется соответствующим наклоном плоскости вращения тарелки автомата перекоса, в результате чего происходит циклическое изменение углов установки лопастей несущего винта в зависимости от их азимутального положения. Наклон плоскости вращения тарелки автомата перекоса осуществляется при помощи ручки продольно-поперечного управления.

Изменение величины силы тяги хвостового винта осуществляется изменением общего шага хвостового винта при помощи педалей ножного управления.

Управление силами тяги несущего и рулевого винтов осуществляется с помощью системы управления вертолетом, кинематическая схема которого приведена на рисунке 1.

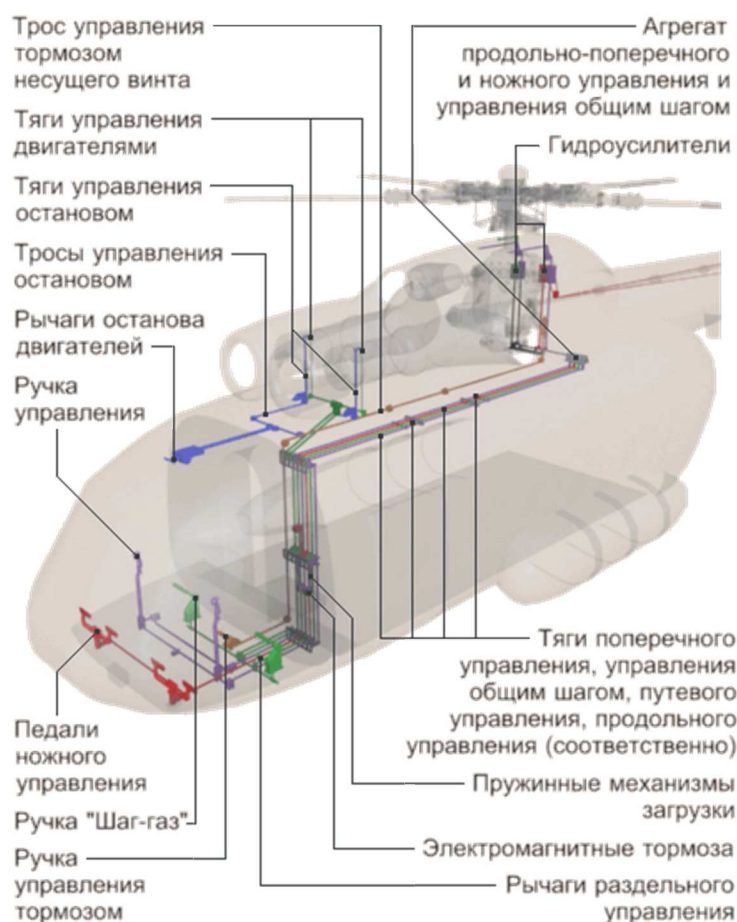


Рисунок 1-Кинематическая схема управления вертолетом

Система управления включает отдельные самостоятельные цепи продольного, поперечного, путевого управлений и вертикального перемещения. Цепи продольного и поперечного управлений связаны с ручкой управления циклическим шагом несущего винта и автоматом перекоса, цепь путевого управления - с педалями и механизмом изменения шага рулевого винта, цепь вертикального перемещения с ручкой ШАГ-ГАЗ - с двигателями и автоматом перекоса.

Поперечное управление требует отклонения ручки циклического шага вправо или влево. При таком отклонении ось конуса несущего винта заваливается в ту сторону, куда отклоняется ручка, в результате чего изменяется величина поперечной составляющей, что и вызывает перемещение вертолета вправо или влево. Одновременно образуется поперечный момент управления, который поворачивает вертолет вокруг продольной оси, изменяя угол крена. Путевое управление осуществляется отклонением педалей. В результате этого отклонения изменяется шаг, а следовательно, и сила тяги рулевого винта. Это, в свою очередь, вызывает изменение момента относительно вертикальной оси вертолета и изменение угла рыскания (азимутального положения вертолета). Момент тяги рулевого винта

уравновешивает реактивный момент несущего винта. Изменение момента тяги приводит к развороту вертолета в ту сторону, куда отклоняется педаль.

Для вертикального перемещения вертолета необходимо изменить вертикальную составляющую, что достигается изменением общего шага несущего винта. Изменение тяги несущего винта по величине достигается при помощи ручки объединенного управления ШАГ-ГАЗ путем одновременного изменения общего шага несущего винта и режима работы двигателей. Наряду с объединенным управлением двигателями с помощью ручки ШАГ-ГАЗ на вертолете имеются рычаги раздельного управления двигателями. Рычаги позволяют производить раздельное опробование двигателей без изменения общего шага несущего винта, а также обеспечивают возможность подбора оптимального режима работы в случае вынужденного полета на одном работающем двигателе.

Для снятия нагрузок с органов управления во всех системах установлены гидроусилители. В продольном, поперечном управлениях и в управлении общим шагом несущего винта установлены гидроусилители типа КАУ-ЗОВ, а в путевом управлении - гидроусилитель типа РА-60Б. Все гидроусилители работают по необратимой схеме и одновременно являются рулевыми приводами в автопилоте АП-34Б.

Для создания необходимого градиента усилий на ручке и педалях управления, также для снятия с них усилий при установившемся режиме полета вертолета в системах продольного, поперечного и путевого управлений установлены пружинные механизмы загрузки с электромагнитными тормозами ЭМТ-2М.

В продольном, поперечном и путевом управлениях предусмотрена фиксация в среднем положении рычагов и проводки управления, что обеспечивает простоту и удобство регулировки управления при монтаже и замене агрегатов.

2. Автомат перекоса.

Автомат перекоса предназначен для изменения величины и направления равнодействующей силы тяги несущего винта (рисунок 2).

Изменение равнодействующей по величине осуществляется изменением общего шага несущего винта (изменением углов установки одновременно у всех пяти лопастей на одну и ту же величину.

Направление равнодействующей меняется путем соответствующего наклона плоскости вращения тарелки автомата перекоса, в результате чего происходит циклическое изменение углов установки каждой лопасти.

Основными деталями и узлами автомата перекоса являются: направляющая ползуна, ползун, кронштейн ползуна, кардан, тарелка, тяги

поворота лопастей, качалка продольного управления, качалка поперечного управления и рычаг общего шага с опорой.

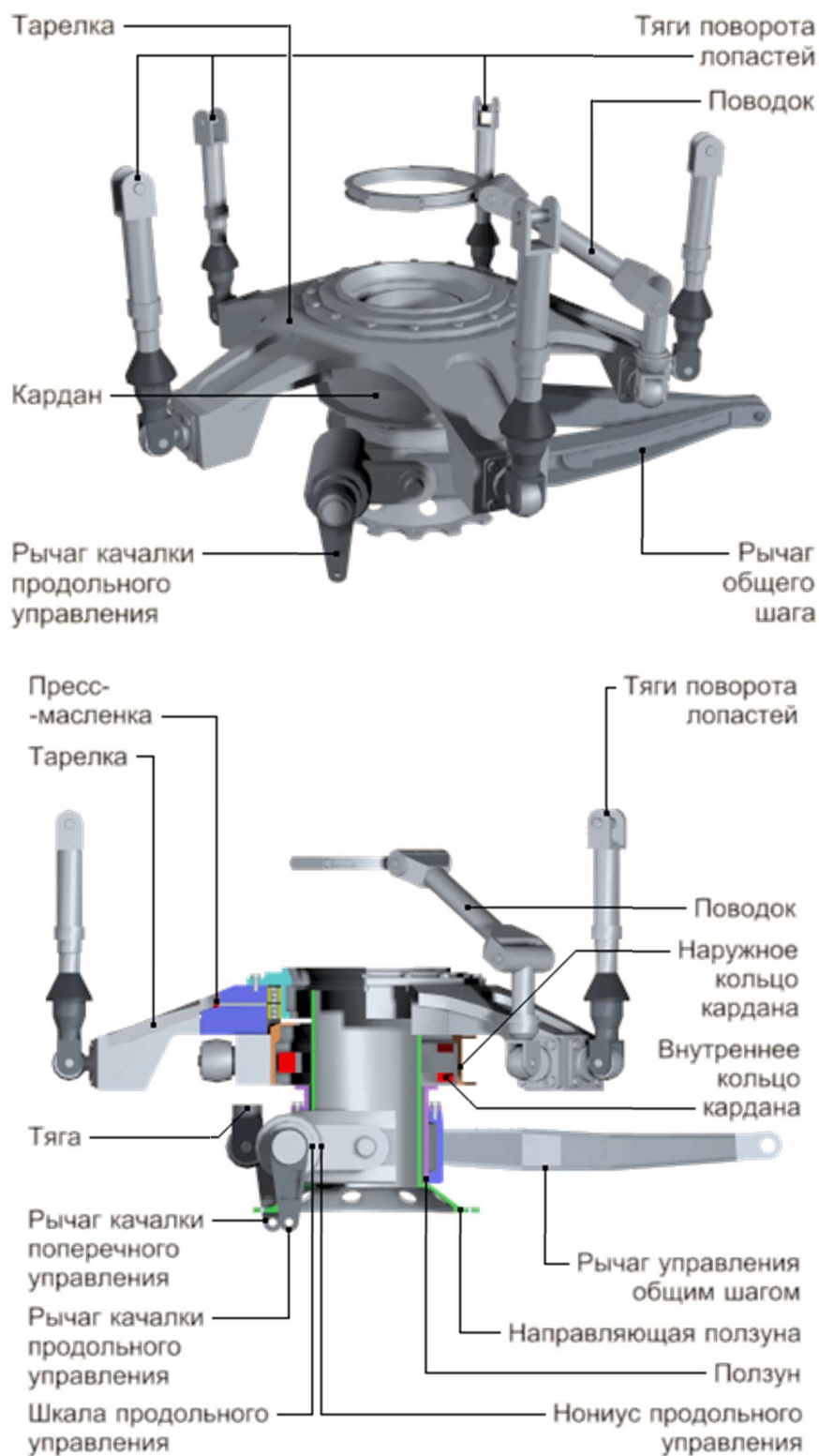


Рисунок 2 - Автомат перекоса

Направляющая ползуна представляет собой стальной цилиндр с фланцем для крепления к главному редуктору.

Ползун выполнен в виде стального цилиндра, внутри которого запрессованы и зафиксированы две бронзовые втулки с кольцевыми канавками под резиновые уплотнительные кольца.

На верхней части ползуна в приливах под углом 180° выполнены расточки, в которых запрессованы шарикоподшипники под пальцы крепления внутреннего кольца кардана. На средней части ползуна выполнен фланец, к которому крепится кронштейн ползуна.

Кронштейн ползуна изготовлен методом штамповки из сплава алюминия. В передней части имеются приливы, в расточках которых запрессованы стальные втулки и установлены ось качалки поперечного управления и вал качалки продольного управления.

Кардан представляет собой два стальных кольца, шарнирно соединенных между собой и ползуном. Внутреннее кольцо выполнено в виде квадрата с закругленными углами, в которых имеются расточки под пальцы крепления с ползуном и наружным кольцом. Наружное кольцо имеет две расточки под углом 180° , в которые запрессованы шарикоподшипники под пальцы крепления с внутренним кольцом. Кроме того, на наружном кольце в расточках под углом 90° установлены два консольных пальца крепления тяг продольного и поперечного управления. Эти пальцы смещены относительно продольной и поперечной осевой вертолета на 21° против вращения несущего винта, что обеспечивает независимость продольного и поперечного управления. На верхней цилиндрической части наружного кольца кардана на двухрядном упорно-опорном шарикоподшипнике монтируется тарелка автомата перекоса.

Тарелка автомата перекоса изготовлена из алюминиевого сплава методом штамповки в форме пятиконечной звезды. В центральной части выполнена вертикальная расточка для монтажа шарикоподшипника тарелки. В «лапах» звезды выполнены радиальные расточки и запрессованы стальные стаканы для монтажа концевых шарниров, валики которых соединяются с тягами поворота лопастей. На одной из «лап» тарелки сбоку выполнен фланец, на котором закреплен концевой шарнир поводка тарелки.

Поводок, приводящий во вращение тарелку, представляет собой кинематическое звено, основными деталями которого являются: кронштейн, серьга и рычаг, шарнирно связанные между собой. Кронштейн крепится к корпусу втулки несущего винта, а рычаг к валику концевой шарнира тарелки.

Качалки продольного и поперечного управления имеют постоянные упоры, ограничивающие их поворот, и шкалы с нониусами, обеспечивающие замер наклона тарелки автомата перекоса с точностью до $6'$. На задней нижней части кронштейна по бокам выполнены два паза с отверстиями под пальцы крепления рычага управления общим шагом.

Рычаг управления общим шагом представляет собой две стальные несимметричные, щеки, соединенные между собой болтом с распоркой.

Средней частью рычаг крепится к качающейся опоре, закрепленной на главном редукторе

Вверху на цилиндрической поверхности наружного кольца кардана на радиально-упорном двухрядном шариковом подшипнике 7 установлена тарелка 5 автопилота перекоса. Внутреннее кольцо подшипника совместно с маслоуплотнительным кольцом затягивают гайкой и контрят стопором. Наружное кольцо подшипника прижато фланцем 8 к внутреннему буртику обоймы, запрессованной в тарелку.

Уплотнение полости подшипника осуществляется двумя армированными резиновыми манжетами. Верхняя манжета защищена от попадания пыли и грязи экраном, закрепленным на гайке.

3. Проводка системы управления вертолетом.

Проводка системы управления вертолетом и двигателями смешанной конструкции.

Жесткая проводка проложена от рычагов управления до автомата перекоса и насоса НР-40ВА. **Тросовая проводка** применена в управлении тормозом несущего винта, остановом двигателей и в управлении рулевым винтом на участке от гидроусилителя РА-60Б до хвостового редуктора.

От рычагов управления вертолетом и двигателями тяги проложены под полом кабины пилотов и соединяются с нижними угловыми качалками, установленными на общем кронштейне в нижней части шпангоута №5Н, далее тяги проложены по стенке этого шпангоута до верхних угловых качалок.

От верхних качалок тяги управления двигателями соединяются с рычагами блока валов, а тяги управления вертолетом и общим шагом проложены с нижней стороны потолочной панели и соединяются с агрегатом продольного, поперечного, путевого управлений и управления общего шага, который установлен у шпангоута №10.

Средние звенья тяг закреплены в двух роликовых направляющих. Выходные рычаги данного агрегаты соединены тягами с соответствующими гидроусилителями.

Роликовые направляющие установлены на шпангоутах №4 и 6 (рисунок 3). Направляющие капроновые ролики всех четырех тяг смонтированы на валиках на общем кронштейне. Зазор между тягами и роликами регулируется эксцентриком, короткий стопорится винтом.

В проводке управления вертолетом на шпангоуте №5Н установлены грузочные пружины с электромагнитными тормозами.

В основном тяги управления выполнены из дюралюминиевых труб со стальными стаканами на концах, в которые ввернуты наконечники для регулировки управления. Поперечные тяги, соединяющие ручки управления и педали, а также тяги продольного и поперечного управлений после

гидроусилителей выполнены из хромансильевых труб. Соединение тяг с качалками и между собой выполнено на сферических подшипниках, имеющих пресс-масленки для смазки ЦИАТИМ-201.

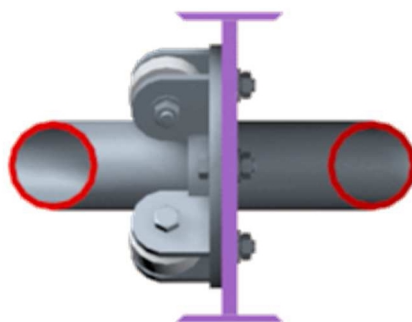


Рисунок 3 – Роликовая направляющая

Колонки продольно-поперечного и педали путевого управлений кинематически связаны между собой тягами и качалками, проложенными под полом кабины экипажа. Рычаги ШАГ-ГАЗ связаны между собой замыкающим валом, от которого проложена раздельная проводка к автомату перекося и насосу-регулятору НР-40ВГ. Рычаги раздельного управления включены к проводку управления двигателях при помощи дифференциального узла, который обеспечивает независимость управления насосами НР-40ВГ от ручек ШАГ-ГАЗ и рычагов раздельного управления двигателями.

От рычагов управления вертолетом и двигателями тяги проложены под полом кабины экипажа и соединены с нижними угловыми качалками, установленными на общем кронштейне в нижней части шпангоута № 5Н ее стороны центральной части фюзеляжа.

От нижних угловых качалок тяги проложены по стенке шпангоута № 5Н и соединены с верхними угловыми качалками, установленными на общем кронштейне. Между нижними и верхними угловыми качалками тяги состоят из двух звеньев, шарнирно соединенных с промежуточными качалками с целью создания необходимой жесткости проводки управления на вертикальном участке.

От верхних угловых качалок тяги управления двигателями соединены с рычагами блока валов, а тяги продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом проложены с нижней стороны потолочной панели и соединены с нижними рычагами агрегата продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом (агрегат управления). Агрегат управления установлен с верхней стороны панели у шпангоута № 10 центральной части фюзеляжа. Тяги, расположенные между верхними угловыми качалками и рычагами агрегата управления, состоят из трех звеньев, шарнирно соединенных между собой.

Средние звенья тяг закреплены в двух роликовых направляющих, установленных на шпангоутах № 4 и 6 центральной части фюзеляжа. Верхние рычаги агрегата управления соединены вертикальными тягами с качалками соответствующих гидроусилителей.

Все гидроусилители установлены на кронштейне, который закреплен на фланце главного редуктора с задней стороны. Гидроусилители продольного и поперечного управлений тягами и качалками кинематически соединены с автоматом перекоса. Гидроусилитель путевого управления соединен с рычагом сектора, от которого проложена тросовая проводка к механизму изменения шага рулевого винта. Гидроусилитель общего шага звеном соединен с рычагом общего шага автомата перекоса.

Поперечные тяги, соединяющие ручки и педали управления, а также тяги продольного и поперечного управлений после гидроусилителей выполнены из хромансильевых труб, остальные - из дюралюминиевых. На концах труб вклепаны стальные стаканы, в которые ввернуты ушковые или вильчатые наконечники для регулировки управления. В стаканах просверлены радиальные отверстия для контроля за длиной резьбовой части наконечника, ввернутого в стакан. Контрольные отверстия должны быть всегда перекрыты резьбовой частью наконечника. Наконечники фиксируются от проворачивания контргайками.

Соединение тяг с качалками и между собой выполнено на сферических шарикоподшипниках, имеющих пресс-масленки для смазки. Качалки продольно-поперечного управления после гидроусилителей изготовлены из стали, остальные - из алюминиевого сплава. Крепление качалок в кронштейнах осуществлено на шариковых подшипниках. Кронштейны качалок выполнены из магниевых сплавов. Нижний, средний и верхний кронштейны выполнены общими и укреплены к стенке шпангоута № 5Н болтами.

Роликовые направляющие на шпангоутах № 4 и 6 по конструкции выполнены аналогично и состоят из магниевых литых кронштейнов, в которых установлено на валиках 12 текстолитовых роликов (по три ролика для каждой тяги). Для регулировки зазора между тягой и роликами предусмотрена эксцентриковая ось, которая в отрегулированном положении стопорится винтом.

4 Агрегат продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом.

Агрегат продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом является кинематическим звеном, обеспечивающим рациональную компоновку звеньев системы управления.

Агрегат продольного, поперечного и путевого управлений и управления общим шагом состоит из кронштейна и четырех валов, каждый из которых установлен в кронштейне на двух шарикоподшипниковых опорах, обеспечивающих свободное вращение их относительно друг от друга. Нижние рычаги агрегата расположены проходят через люк в потолочной панели, верхние же рычаги расположены в редукторном отсеке.

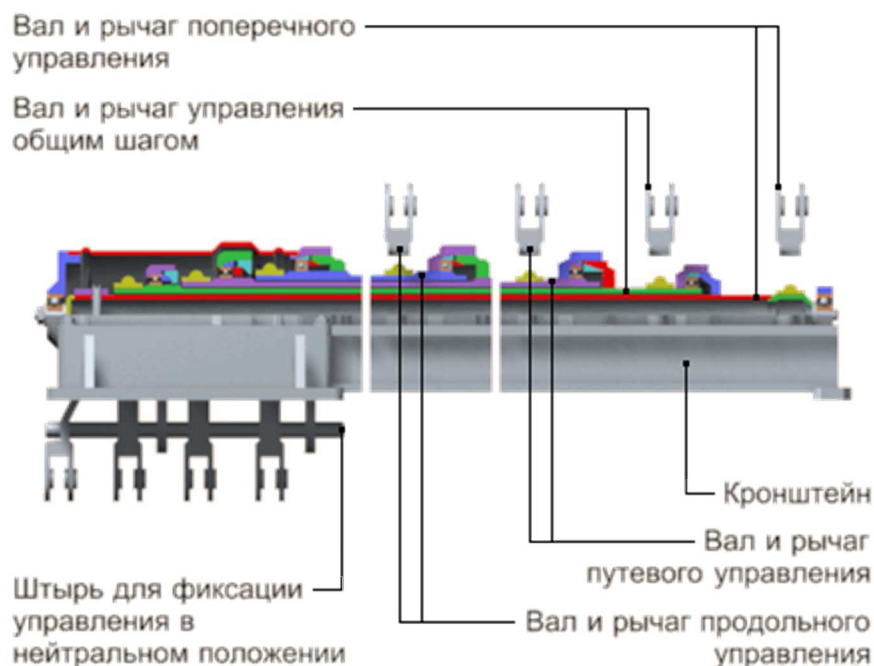


Рисунок 4 - Агрегат продольного, поперечного, путевого управлений и управления общим шагом

Полости опор набиты смазкой и закрыты крышками с сальниками для исключения попадания пыли и грязи к подшипникам. Подшипники опор внутреннего вала - закрытого типа.

На рычагах и нижних приливах кронштейна просверлены отверстия под штырь для фиксации проводки управления в среднем положении при выполнении регулировки.

5 Продольно-поперечное управление.

Продольно-поперечное управление производят путем отклонения ручки, что приводит к изменению наклона тарелки автомата перекося и вызывает циклическое изменение угла установки лопастей в различных азимутальных положениях, при этом меняется направление равнодействующей силы тяги несущего винта.

В продольно-поперечном управлении установлены гидроусилители КАУ-30Б.

Колонки управления - съемные и крепятся к полу болтами. Электропровода от кнопок на ручке проложены внутри ручки и подсоединены к штепсельному разъему. На левой ручке смонтирован рычаг торможения колес с собачкой стояночного торможения.

В продольном управлении установлен гидравлический упор.

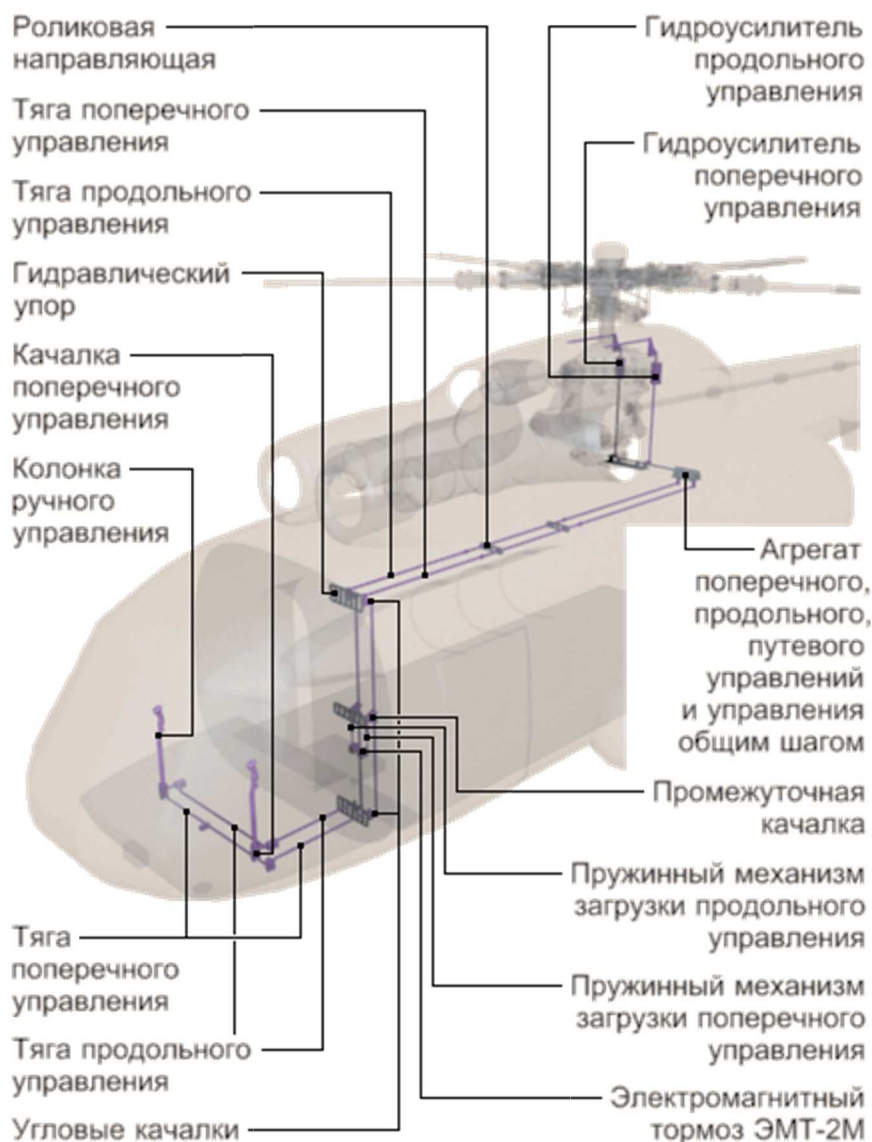


Рисунок 5 - Схема продольно-поперечного управления

Правая и левая колонки продольно-поперечного управления аналогичны по конструкции, установлены на балке пола кабины экипажа симметрично относительно продольной оси вертолета.

Рычаг управления тормозами установлен на левой ручке продольно-поперечного управления.

Рычаг тросом соединен с качалкой, которая при нажатии на рычаг перемещает толкатель клапана ПУ-7. От степени нажатия на рычаг зависит величина давления воздуха, поступающего в тормоза.



Рисунок 5 – Рычаг управления тормозами

На ручке имеется собачка стояночного торможения, которая при повороте фиксирует рычаг в нажатом положении.

Каждая колонка состоит из ручки 2 корпуса 9, кронштейна 11, стакана 12, шарнирной тяги 13, качалок 15 и 16, установленных на оси 14.

Ручка управления вертолетом изготовлена из изогнутой стальной трубки, к нижнему концу которой закреплен рычаг 1, а на верхнем конце установлена рукоятка 8 из эбонита. На рукоятке смонтированы по четыре кнопки: курковая кнопка 4 обеспечивает включение радио и СПУ, кнопка 5 - выключение автопилота, кнопка 7 - включение ЭМТ-2М, кнопка 6 - резервная. Электропровода от кнопок проложены внутри трубы ручки и подсоединены к штепсельному разъему. На рукоятке левой ручки установлен рычаг 3 торможения колес, для удержания которого в заторможенном положении предусмотрен фиксатор. В средней части рычага 1 выполнена расточка для монтажа двух шариковых подшипников закрытого типа, обеспечивающих шарнирную навеску на корпусе 9. Болт крепления ручки является осью, относительно которой ручка управления может отклоняться в продольном направлении. В отверстие нижнего конца рычага запрессован шариковый подшипник для подсоединения к рычагу шарнирной тяги 13 продольного управления.

Корпус 9 отштампован из алюминиевого сплава и болтами жестко закреплен к стакану 12. В нижней части корпуса имеются две проушины 17 для подсоединения тяг. К одной проушине крепится тяга, соединяющая левую ручку с правой, к другой - тяга проводки поперечного управления.

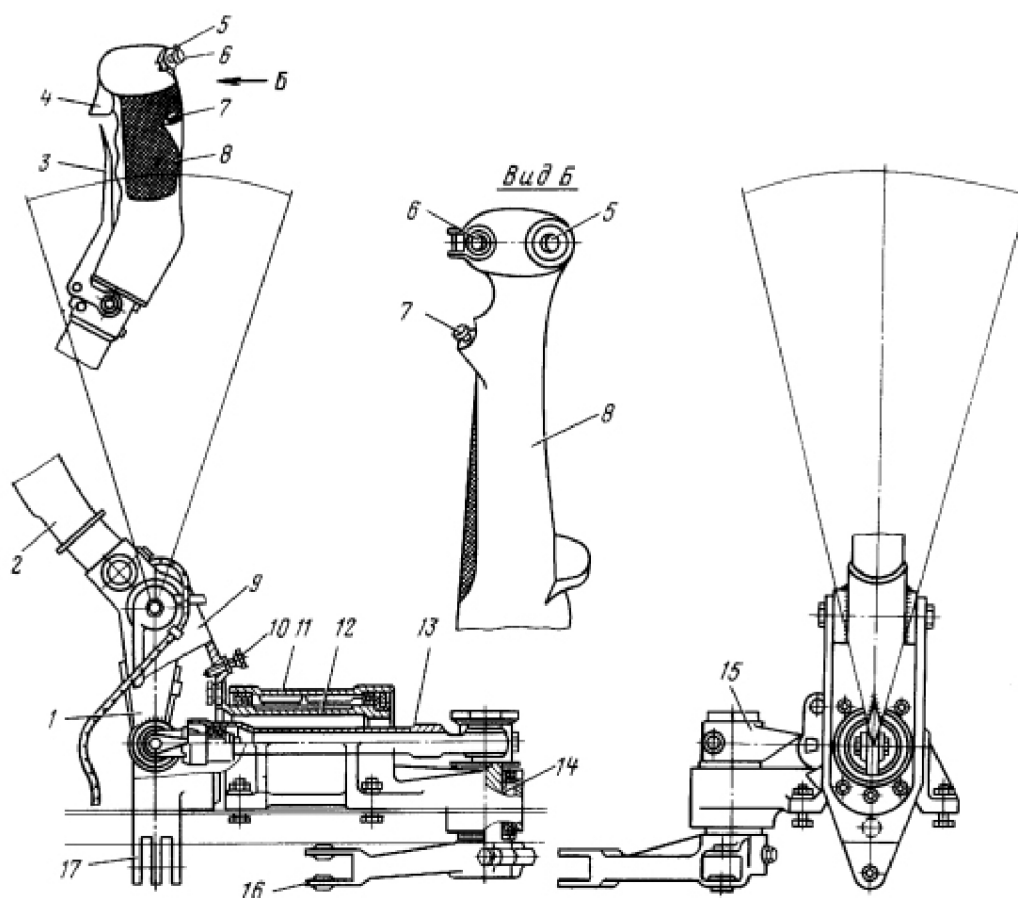


Рисунок 6 - Колонка продольно-поперечного управления: 1- рычаг; 2- ручка управления вертолетом; 3- рычаг торможения колес; 4,5,6,7- кнопки; 8- рукоятка; 9- корпус; 10- регулируемый винтовой упор; 11- кронштейн; 12- стакан; 13- шарнирная тяга; 14- ось; 15,16- качалки; 17- проушины

Стакан 12 - стальной, установлен в расточке кронштейна 11 на двух шариковых подшипниках. Внутренние кольца подшипников с распорной втулкой между ними закреплены на стакане гайкой. Наружные кольца установлены в расточки кронштейна 11. Кольцо заднего подшипника зафиксировано от осевого перемещения гайкой с сальником.

Шарнирная тяга 13 изготовлена из стальной трубы. В задний ее конец ввернут резьбовой наконечник для регулировки длины тяги. В проушину наконечника запрессован шарикоподшипник для соединения тяги с качалкой 15 продольного управления. В передний конец трубы, имеющий больший диаметр, на двухрядном шариковом подшипнике установлен вильчатый наконечник. Внутреннее кольцо подшипника закреплено на хвостовике наконечника, наружное - зажато в трубе тяги гайкой. Шарнирная тяга 13 проходит внутри стакана 12, и ее ось совпадает с осью его вращения. Наличие шарниров в конструкции тяги исключает скручивание тяги при поперечном отклонении ручки управления.

Кронштейн 11 отлит из магниевового сплава. Он имеет фланец для крепления к балке пола кабины, расточку для монтажа стакана 12 и расточку под ось 14 качалок 15 и 16. Ось качалок установлена в кронштейне на двух шариковых подшипниках. На верхний конец оси на шлицах установлена качалка 15 и от осевого перемещения зафиксирована стяжным болтом. На нижний конец аналогично установлена двуплечая качалка 16. К одному плечу последней присоединена тяга от качалки правой ручки управления, к другому - крепится тяга проводки продольного управления. При необходимости ручку управления можно зафиксировать в среднем положении: в продольном направлении через отверстия в качалке 15 и кронштейне; в поперечном - через отверстия во фланце стакана 12 и кронштейне.

В продольном направлении отклонение ручки управления ограничивается регулируемыми винтовыми упорами 10, один из которых расположен на корпусе 9, другой на кронштейне 11. Отклонение ручки в поперечном направлении ограничивается торцами выреза на фланце стакана 12 и упором, установленным на кронштейне 9.

Тяги, соединяющие колонки управления, состоят из двух звеньев каждая и связаны между собой через поддерживающую качалку. В целях исключения повреждения лопастей о хвостовую балку при посадке вертолета с большим углом кабрирования в проводку продольного управления установлен гидравлический упор, загружающий на земле ручку управления дополнительным усилием при отклонении ее за пределы, соответствующие положению наклона тарелки автомата перекоса назад на угол $2^{\circ} \pm 12'$.

Гидравлический упор установлен на кронштейне, укрепленном болтами на стенке шпангоута № 5Н, ниже верхней угловой качалки продольного управления, которая имеет прилив с роликом.

При включенном гидроупоре ролик упирается в упор и препятствует дальнейшему отклонению ручки назад. Включение гидроупора осуществляется автоматически концевыми выключателями, установленными на главных стойках шасси, при обжатии штоков камер низкого давления.

Для устранения низкочастотных колебаний проводки продольного управления на верхней угловой качалке и качалке 16 колонки установлены балансировочные грузы.

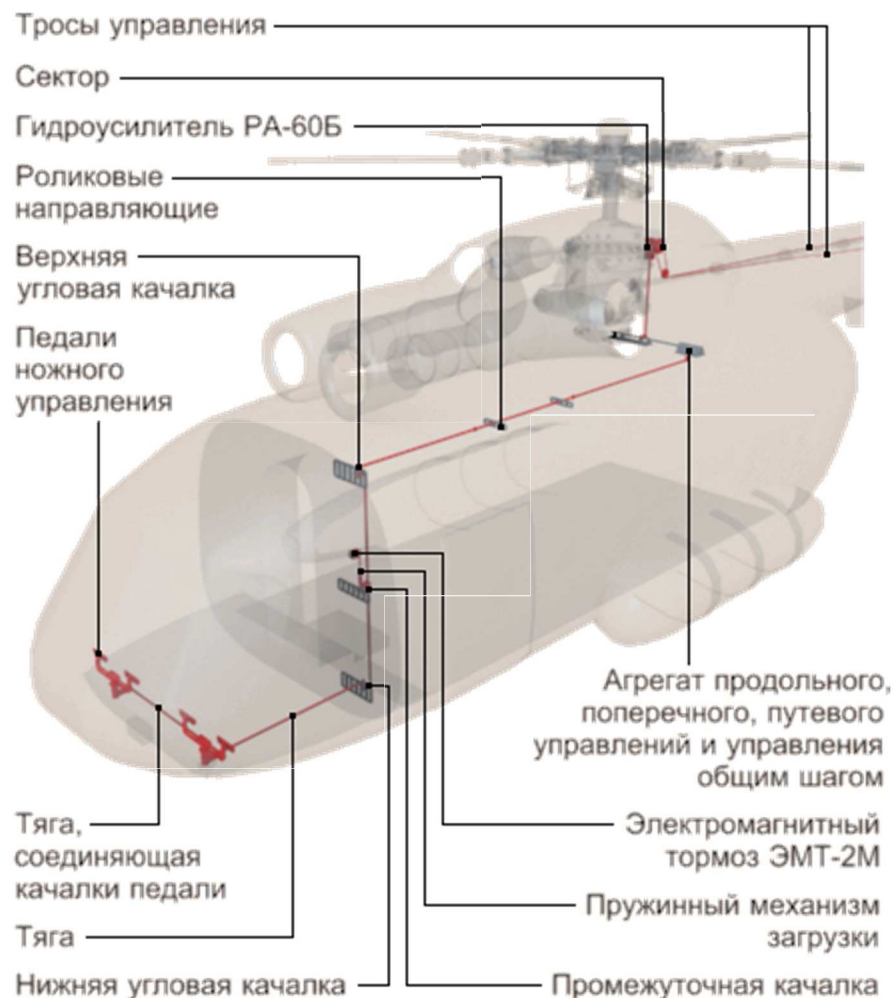
6. Путевое управление.

Путевое управление - двойное. Основные агрегаты системы Путевое управления: две пары педалей, винтовой механизм изменения шага хвостового винта (внутри хвостового редуктора) и проводка управления смешанной конструкции (от педалей до сектора - жесткая, а далее тросовая с натяжением

80...90 кгс при температуре воздуха +15 °С), соединяющая педали со звездочкой винтового механизма.

Отклонение педалей через проводку управления приводит во вращение звездочку хвостового редуктора, связанную с винтовой парой, которая и обеспечивает перемещение штока хвостового редуктора, а, следовательно, происходит изменение угла установки лопастей винта.

При отклонении левой педали вперед шток хвостового редуктора выдвигается наружу, шаг винта уменьшается и вертолет поворачивается влево.



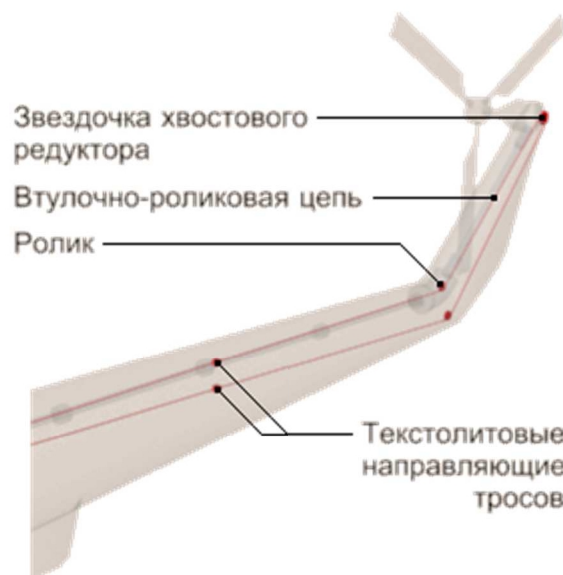


Рисунок 7 - Кинематическая схема путевого управления

Педали ножного управления - параллелограммного типа, выполнены в виде отдельного агрегата, смонтированного на основании. Педали ножного управления левого и правого пилотов можно регулировать по росту пилота **в пределах 75 мм** путем вращения маховичка регулировочного болта.

Под гашетками педалей закреплены концевые выключатели, которые при замыкании переключают канал направления автопилота в режим согласования.

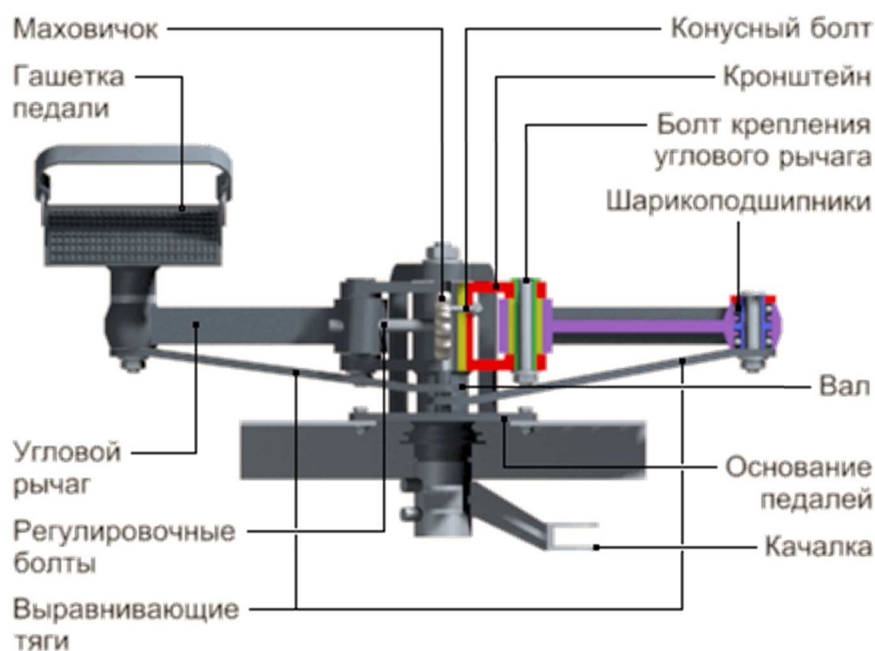


Рисунок 8 - Педали путевого управления

Компоновка жесткой проводки от педалей до гидроусилителя РА-60Б конструктивно аналогична проводке продольного и поперечного управлений. Кинематическая связь жесткой проводки с тросовой осуществляется с помощью сектора.



Рисунок 9 - Сектор

7. Пружинные механизмы загрузки.

Все гидроусилители включены в проводку управлений по необратимой схеме, поэтому усилия с органов управления на командные рычаги не передаются. Для создания положительного градиента усилия на ручке управления и педалях в системах продольного, поперечного и путевого управлений установлены пружинные механизмы загрузки.

Пружинные механизмы загрузки установлены на стенке шпангоута № 5Н со стороны кабины центральной части фюзеляжа; для подхода к ним имеется съемная панель. Разность усилий на ручке в продольном и поперечном управлениях, а также на педалях возникает вследствие различных кинематических связей в проводке от механизма к ручке и педалям.

Пружинный механизм загрузки состоит из цилиндра, крышки, двух направляющих втулок, штока, подшипников с резьбовыми наконечниками и загрузочной пружины.

Механизм загрузки продольного управления отличается от механизмов поперечного и путевого управлений длиной.

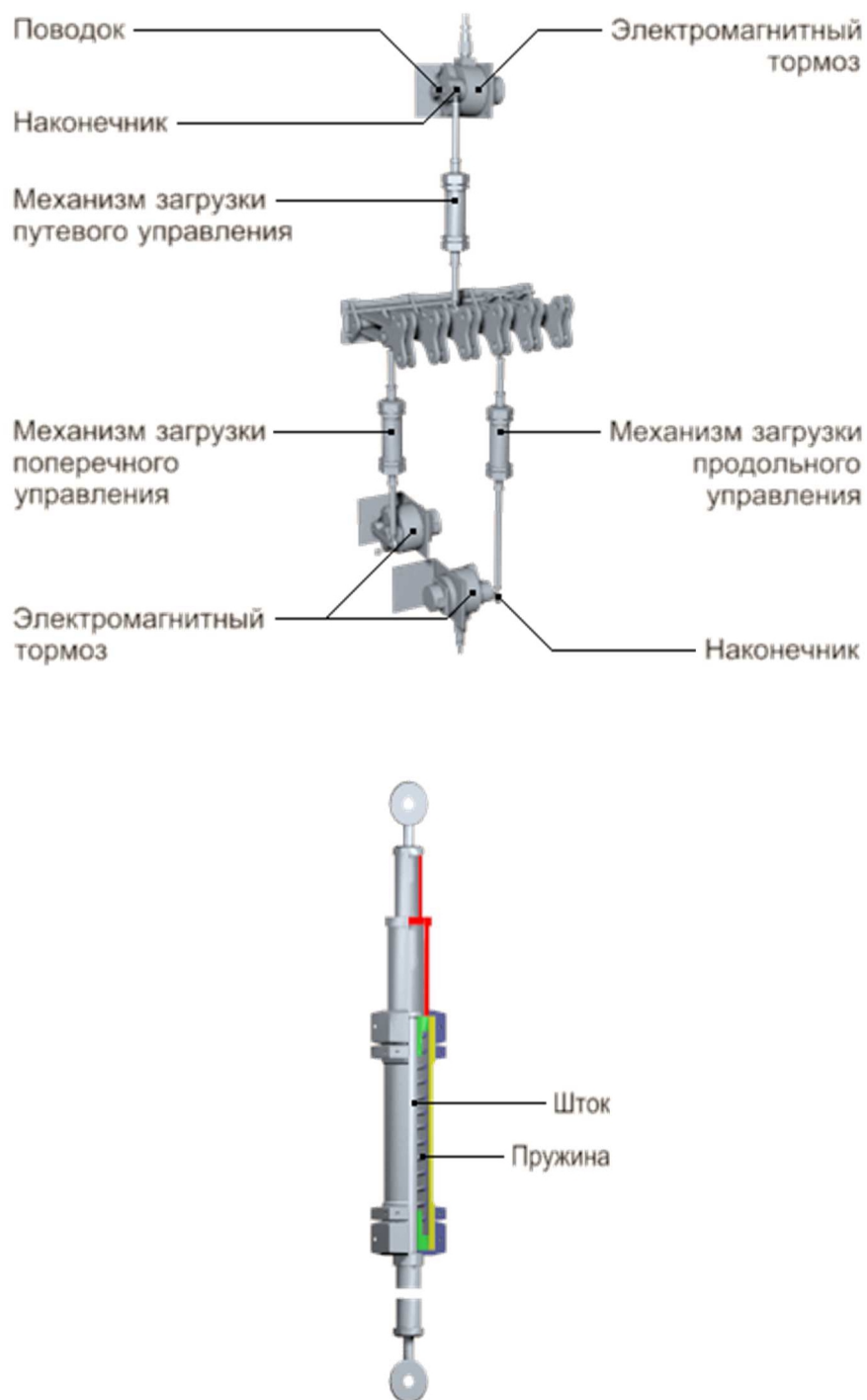


Рисунок 10 - Установка и конструкция пружинных механизмов загрузки с электромагнитными тормозами

При перемещении ручки или педалей управления пружина в механизме сжимается, и усилия передаются через тяги и качалки на ручку продольно-поперечного управления или педали. Чем больше диапазон отклонения органов управления, тем большее ощущение усилий воспринимается на ручке

или педалях. При необходимости возможно снятие усилия с ручки управления и педалей нажатием кнопки, расположенной на ручке продольно-поперечного управления вертолетом.

При нажатии кнопки происходит растормаживание одновременно всех трех электромагнитных тормозов ЭМТ-2М, проводка которых связана с штоками механизмов загрузки, и усилия с ручки управления и педалей снимаются мгновенно.

8 Электромагнитный тормоз ЭМТ-2М.

Электромагнитный тормоз ЭМТ-2М предназначен для снятия нагрузки с ручки продольно-поперечного управления и педалей на установившихся режимах полета.

Технические данные тормоза

Напряжение питания, В	27
Потребляющий ток, А, не более	3,2
Нагрузочный момент, прикладываемый к выводному валу при обесточенном состоянии, Н/м, не более	50
Угол поворота выводного вала, ограниченный внутренними упорами	$36^{\circ} \pm 1'$
Масса тормоза, кг, не более	2

Электромагнитный тормоз ЭМТ-2М состоит из редуктора (А), электромагнитной муфты (В) и центробежного тормоза (Б). Тормозной диск шлицами связан с валом зубчатого колеса и при обесточенной электромагнитной муфте прижат пружиной через диск к тормозному диску.

При движении ручки или педалей пружина механизма загрузки сжимается и усилие передается на ручку или педали, а также на поводок, закрепленный на шлицах выводного вала тормоза.

Для снятия усилий пилот нажимает кнопку триммеров, при этом происходит включение муфты и диск притягивается к корпусу муфты, сжимает пружину и освобождает тормозной диск, обеспечивая колесу свободное вращение.

Сила сжатой пружины механизма загрузки отклоняет поводок тормоза. Пружинный механизм устанавливается в нейтральное положение и усилие с ручки или педалей снимается.

Центробежный тормоз обеспечивает замедление вращения выводного вала.

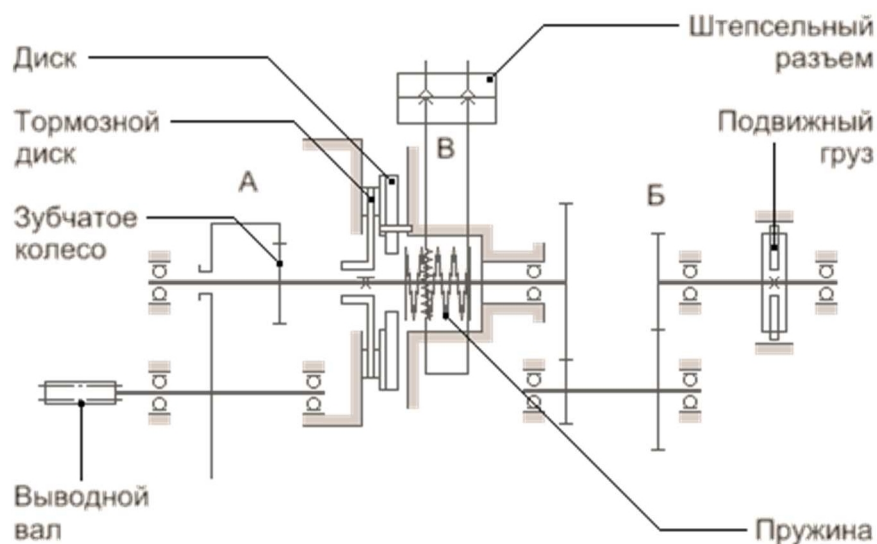


Рисунок 11 - Электромагнитный тормоз ЭМТ-2М

9 Объединенное управление.

Управление общим шагом несущего винта и двигателями осуществляется от двух общих ручек «Шаг-газ», кинематически связанных с ползуном автомата перекося и одновременно с рычагами подачи топлива на насосах-регуляторах НР-40ВА, расположенных на двигателях. При перемещении ручек «Шаг-газ» вверх увеличивается общий шаг несущего винта и одновременно увеличивается мощность двигателей.

Автоматическое поддержание оборотов несущего винта обеспечивается статическим регулятором оборотов РО-40М свободной турбины и синхронизатором оборотов СО-40.

Для изменения числа оборотов несущего винта при заданном значении общего шага на ручках «Шаг-газ» имеются поворотные рукоятки коррекции, которые кинематически связаны только с рычагами подачи топлива на НР-40ВА. При правом положении рукояток работает система автоматического поддержания оборотов. При повороте ручек влево двигатели переводятся на меньшую мощность (при этом отключается система автоматического поддержания оборотов).

Наряду с объединенным управлением «Шаг-газ» на вертолете имеется раздельное управление двигателями, позволяющее изменять режим работы отдельно каждого двигателя без изменения общего шага несущего винта. Раздельное управление осуществляется двумя рычагами, установленными на кронштейне левой ручки «Шаг-газ» и соединенными тягами с дифференциальным валом. От этого вала идут две линии тяг к рычагам насосов НР-40ВА.

Для контроля угла установки лопастей несущего винта в кабине пилотов установлен указатель шага винта УШВ.

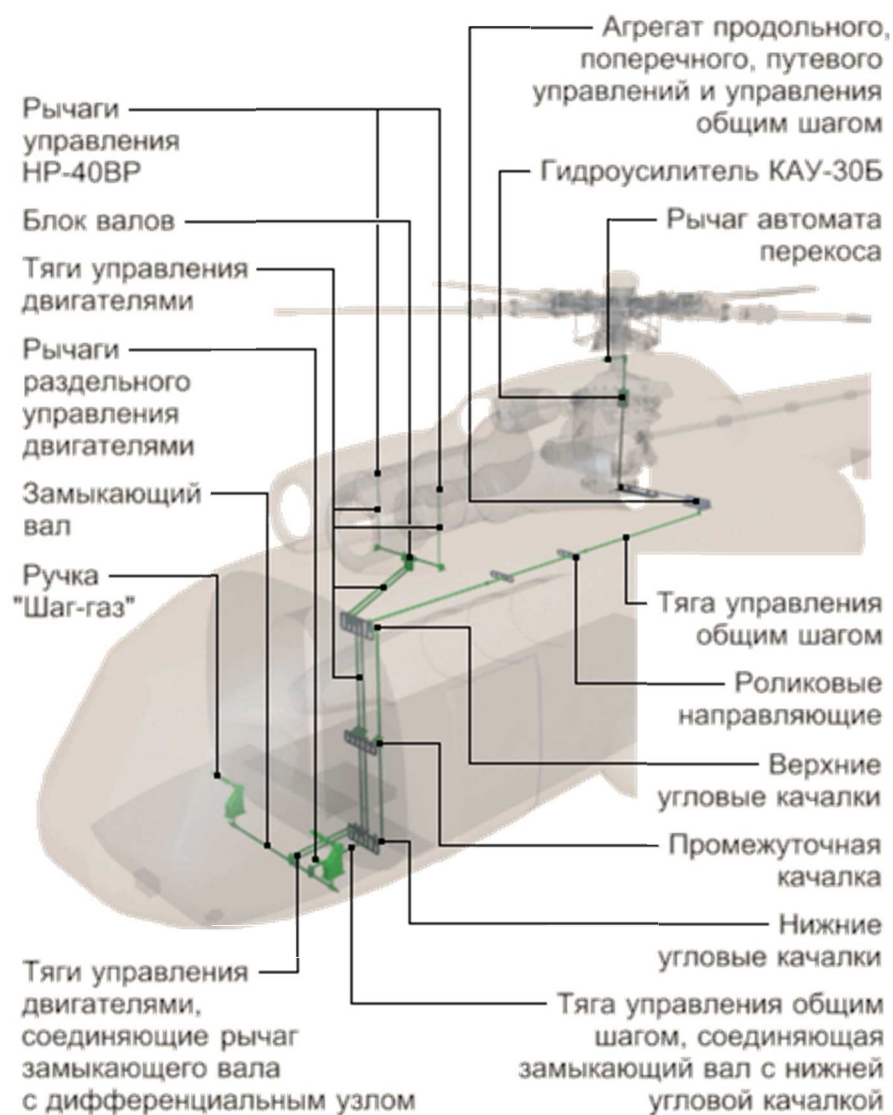


Рисунок 12 - Схема объединенного управления

Для контроля угла установки лопастей несущего винта в кабине пилотов (на левой приборной доске) установлен указатель шага винта УШВ, связанный с потенциометрическим датчиком УЗП, установленным на ВР-8А и соединенным тягой с ползуном автомата перекоса. УШВ питается постоянным током напряжением 27В.

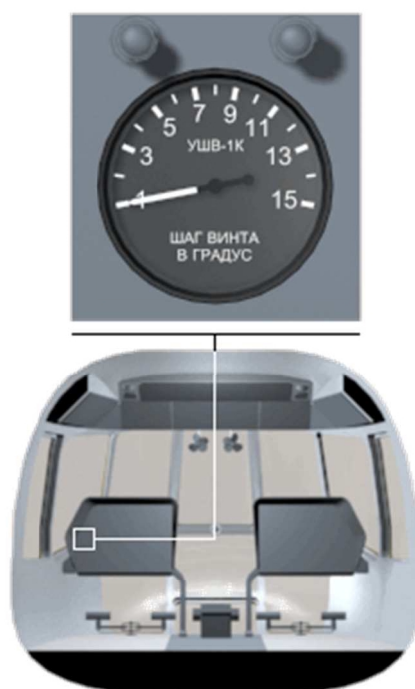


Рисунок 13 – Указатель шага винта

10 Ручки ШАГ-ГАЗ.

Ручки ШАГ-ГАЗ смонтированы в литых из магниевых сплава кронштейнах, которые установлены на полу кабины экипажа с левой стороны от сидений пилотов. Замыкающий вал, кинематически связывающий обе ручки, расположен под полом кабины. С ручками он связан четырьмя тягами: две из них предназначены для управления общим шагом, две другие - для управления двигателями.

Левая ручка «шаг-газ» смонтирована на кронштейне вместе с рычагами раздельного управления двигателями. На передней части ручки расположены четыре кнопки: кнопка растр�аживания фрикциона ручки «Шаг-газ», кнопка управления фарами, кнопка тактического сброса груза и кнопка аварийного сброса груза, подвешенного на внешней подвеске.

Поворотная рукоятка коррекции может поворачиваться на угол 90°.

Два рычага раздельного управления двигателями установлены на передней части кронштейна ручки «Шаг-газ» и закреплены соосно на двух валах, вращающихся независимо друг от друга.

Правая ручка «Шаг—газ» в отличие от левой не имеет фрикционных устройств, рычагов раздельного управления двигателями и кнопок тактического и аварийного сброса груза с внешней подвески.



Рисунок 14 - Левая ручка ШАГ-ГАЗ

Фрикцион надежно удерживает ручку в любом положении, что обеспечивает возможность бесступенчатой установки общего шага несущего винта на требуемый угол. Фрикцион затягивается маховичком вручную так, чтобы ручка «Шаг-газ» не могла перемещаться самопроизвольно и в случае необходимости ее можно было переместить усилием 20—25 кгс без растормаживания фрикциона. При нажатии на кнопку срабатывает электромагнитный кран ГА-192/2 гидросистемы, и жидкость поступает под поршень, установленный в полости оси ручки «Шаг-газ».

На правых концах валов установлены рычаги для подсоединения тяг управления двигателями и дисковые фрикционы, обеспечивающие необходимые усилия (3...4 кгс) при перемещении рычагов раздельного управления. Каждый рычаг в нейтральном положении стопорится фиксатором во впадине гребенки. Освобождение рычага с фиксатора производится нажатием кнопки, установленной в ручке рычага. Перемещение рычага вверх от нейтрального положения обеспечивает увеличение мощности двигателя, а перемещение вниз — уменьшение мощности.

11. Замыкающий вал.

Замыкающий вал расположен под полом кабины экипажа. Он соединяет левую и правую ручки 'Шаг-газ' между собой при помощи четырех тяг: две из

них - для управления общим шагом несущего винта и две другие - для управления двигателями.

Замыкающий вал состоит из двух валов: наружного и внутреннего. Оба вала могут вращаться независимо друг от друга. Внутренний вал предназначен для передачи движения от ручек 'Шаг-газ' и поворотных рукояток коррекции в цепи управления двигателями. Наружный вал передает движение от ручек 'Шаг-газ' в цепи управления общим шагом несущего винта.

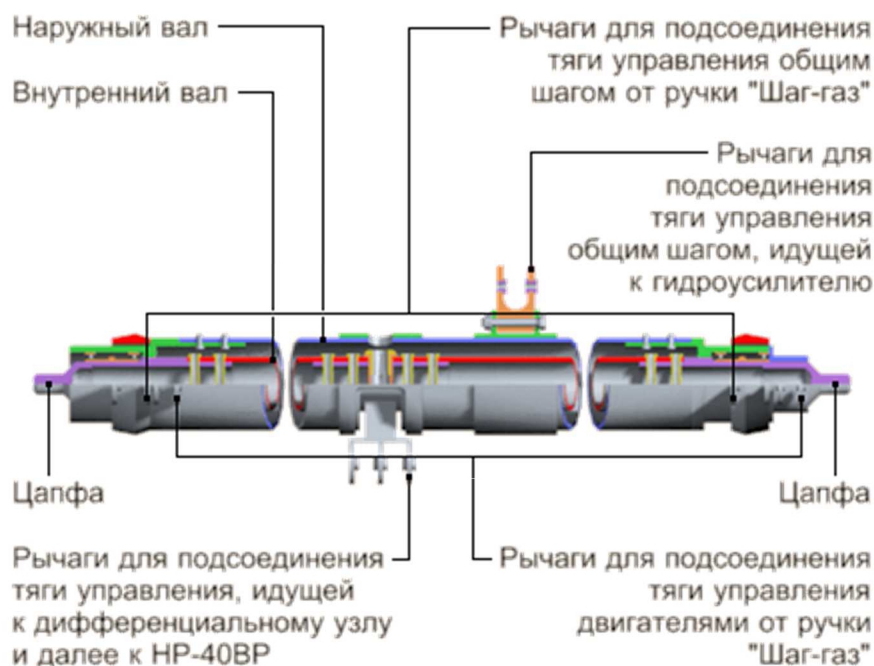


Рисунок 15 - Замыкающий вал

12. Блок валов.

Блок валов предназначен для герметичного вывода проводки управления насосами-регуляторами НР-40ВГ из кабины центральной части фюзеляжа в двигательный отсек. Блок валов установлен на потолочной панели у шпангоута № 3 и состоит из двух валов, смонтированных на шариковых подшипниках в кронштейнах, отлитых из магниевого сплава. Внутренний кронштейн для опор валов является общим. Валы имеют возможность как одновременного, так и раздельного углового перемещения. На концах валов укреплены рычаги, соединенные тягами с рычагами топливных насосов двигателей, и рычаги, к которым подсоединены тяги, связанные с проводкой, идущей от дифференциального узла.

13. Управление остановом двигателей.

Управление остановом двигателей осуществляется двумя рычагами, закрепленными в кронштейне, расположенном на потолке кабины экипажа справа от левого пилота.

Рычаги с помощью тросов связаны с роликами, установленными в кронштейнах, расположенных над потолком между шпангоутами № 2 и 3 средней части фюзеляжа. На оси ведущего ролика установлен рычаг, к которому подсоединяется тяга, идущая к рычагу на НР-40ВА.

Для выключения двигателя необходимо соответствующий рычаг перевести назад до упора

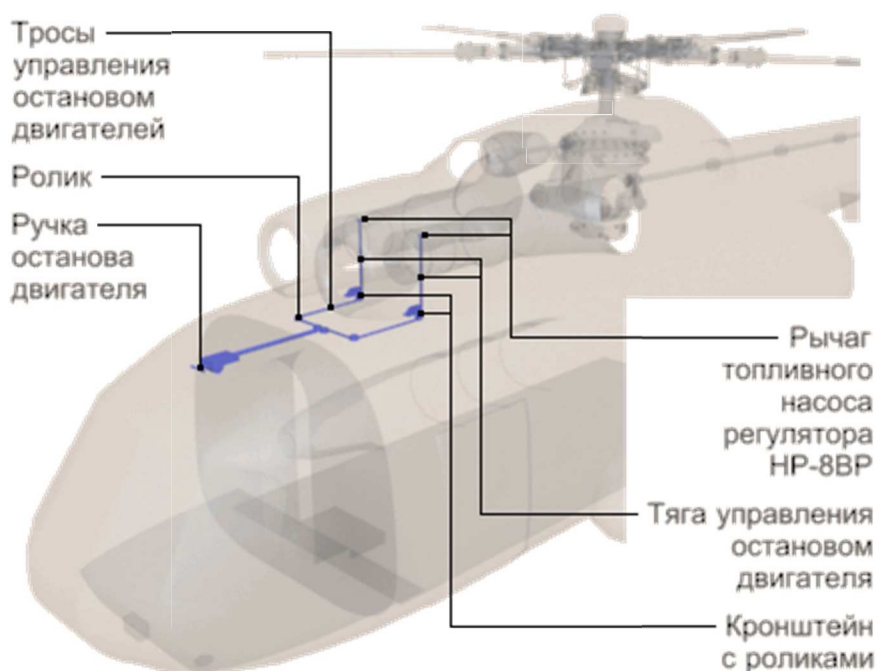


Рисунок 16 – Кинематическая схема проводки останова двигателей

Ручки крепятся в кронштейне. На рукоятках ручек установлены фиксаторы с пружинами, обеспечивающими стопорение ручек в положении ЗАКРЫТО. К рычагам рукояток прикреплены цилиндрические пружины, предназначенные для фиксации ручек в положении ОТКРЫТО.

На концах рукояток прикреплены ролики, на которых закреплены тросы.

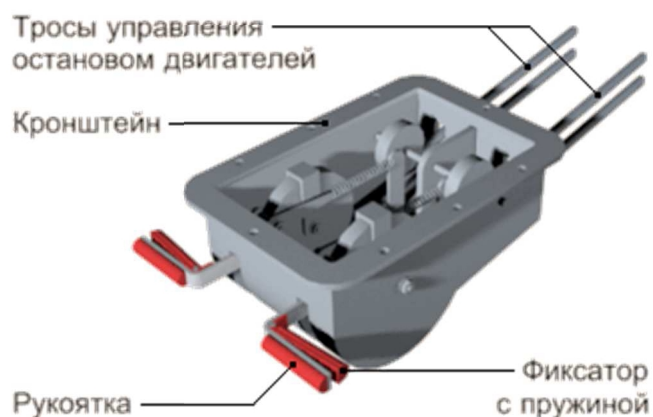


Рисунок 17 – Рукоятки останова двигателя

При остановке двигателя необходимо перевести соответствующую ручку назад до упора.

Ролики смонтированы в кронштейнах, установленных на потолке в двигательном отсеке между шпангоутами №2 и 3 центральной части фюзеляжа. К поводкам этих роликов крепятся жесткие тяги управления остановом двигателей.

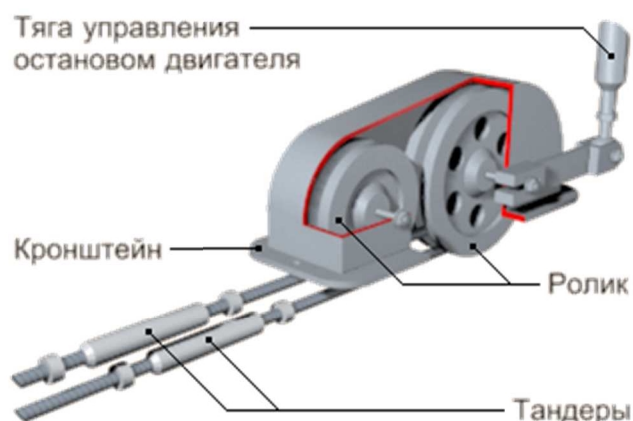


Рисунок 18 - Ролики

14. Управление тормозом несущего винта.

Управление тормозом несущего винта осуществляется ручкой, которая связана с рычагом тормоза тросовой проводкой. Для предохранения рычага тормоза от перегрузки последовательно в тросовую проводку включена спиральная пружина.

Управление тормозом заблокировано с системой запуска двигателей, что исключает запуск двигателей с заторможенной трансмиссией. Блокировка осуществляется концевым выключателем, установленным на кронштейне

ручки. При крайнем нижнем положении ручки концевой выключатель замыкает электрическую цепь системы запуска двигателей.

Тормоз несущего винта выключен при нижнем положении ручки.

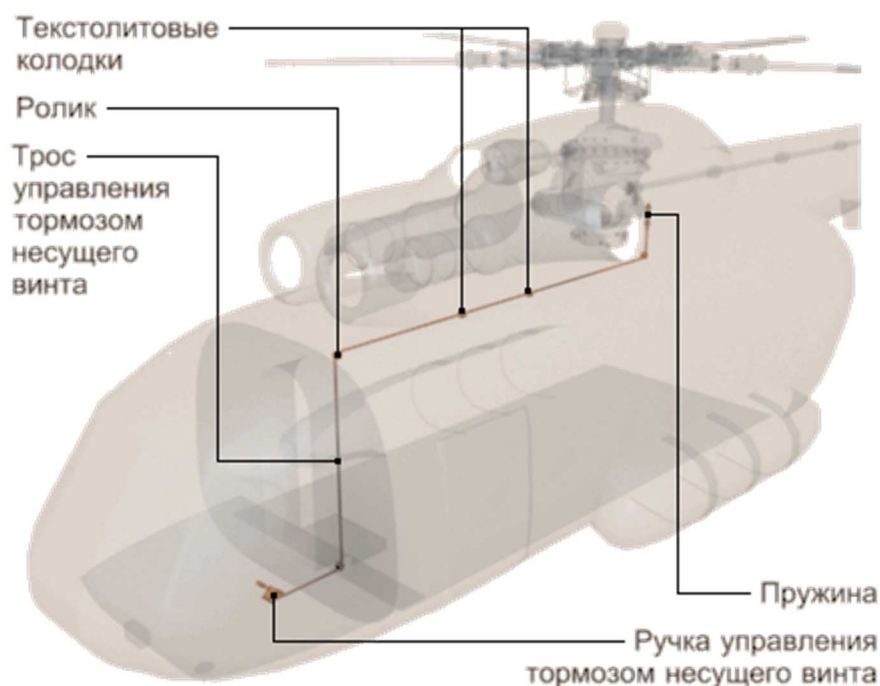


Рисунок 19 Схема управления тормозом несущего винта

Ручка управления тормозом несущего винта установлена на полу кабины экипажа с правой стороны от сиденья левого летчика. На кронштейне ручки закреплен зубчатый сектор, который обеспечивает стопорение ручки в любом положении на всем диапазоне хода. Расстопорение ручки осуществляется нажатием на кнопку, установленную в переднем торце ручки.

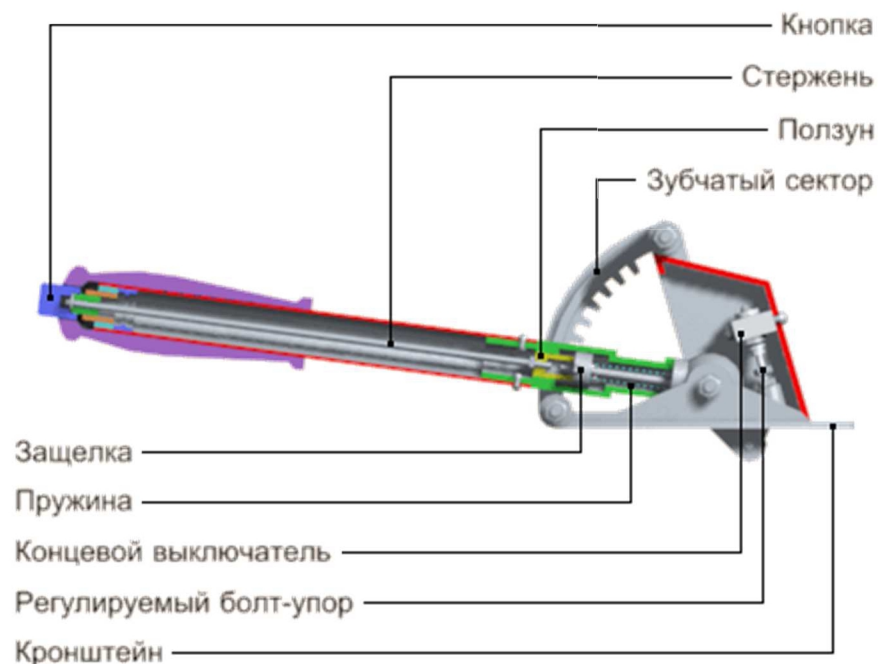


Рисунок 20 – Ручка тормоза несущего винта

Тормоз несущего винта предназначен для сокращения времени останова винта и стопорения трансмиссии при стоянке.

Тормоз крепится к главному редуктору на шести шпильках. На корпусе закреплены две колодки, стянутые пружиной. Между колодками установлена распорная втулка. На одной из колодок закреплен рычаг, соединенный с тросовой управления.

Для регулировки зазора 0,2...0,3 мм предусмотрены два регулировочных винта. Барабан закреплен на хвостовом валу и вращается вместе с ним.

Тормоз управляется ручкой, установленной в кабине пилотов справа от левого пилота.

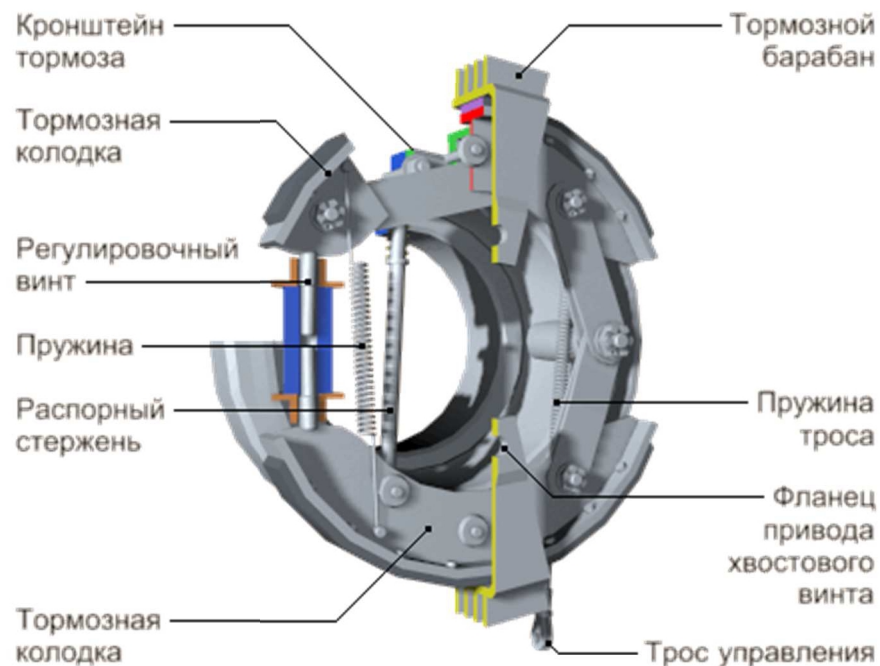


Рисунок 21 – Тормоз несущего винта

15 Техническое обслуживание.

В процессе эксплуатации вертолета обслуживание управления в основном заключается в визуальном контроле фактического состояния элементов управления (тяг, качалок, тросовой проводки), в отсутствии на них механических повреждений, надежности крепления, смазке шарнирных соединений, правильности отклонения командных рычагов, регулировке зазоров.

Все осматриваемые элементы управления должны быть чистыми, не иметь следов коррозии, трещин, острых кромок и прочих дефектов. Гайки должны быть полностью затянуты и зашплинтованы. На тягах не должно быть смятия, потертостей в роликовых направляющих, прогибов и коррозии. Допускаются овальность и вмятины на трубах до 0,5 мм, выработка от роликов глубиной до 0,2 мм, прогибы до 0,5 мм на длине трубы тяги до 700 мм и до 1,2 мм при длине более 700 мм. Если дефекты превышают установленные размеры, то тяги заменяют. Легким покачиванием тяги вдоль оси убеждаются в отсутствии зазоров в шарнирных соединениях наконечников тяг. При контроле суммарного зазора (свободного хода) проводки управления допускается при зафиксированном штырями положении свободный ход ручек управления до 3 мм, а педалей до 5 мм. Радиальный зазор в роликовых направляющих должен быть в пределах 0,1...0,4 мм. Зазоры, выходящие за пределы допусков, устраняются заменой наконечников тяг. Заменяя

наконечники, следует не допускать выхода резьбовой части наконечника за контрольное отверстие. При ослаблении заклепок крепления наконечников тяг поврежденную тягу заменяют. При ослаблении контргаек регулируемых наконечников следует затянуть их с моментом 30...40 Н·м и восстановить контровку и метки. Перемычки металлизации должны обеспечивать свободный ход на всем диапазоне и не задевать за другие детали.

Зазоры между подвижными элементами управления и неподвижными элементами конструкции вертолета должны быть не менее 3 мм, а между тягами, качалками и подвижными элементами конструкции вертолета - не менее 5 мм. Тщательно осматривают тяги и качалки, а также болты установки качалок на отсутствие трещин, царапин, коррозии. Шарнирные соединения элементов проводки управления смазывают смазкой ЦИАТИМ-201.

Осматривая механизмы загрузки и ЭМТ-2М, необходимо убедиться в отсутствии ослабления гаек штоков, трещин на вильчатом наконечнике штока, ушке цилиндра и качалке, которые не допускаются. Проверяют зазоры между подвижными элементами механизма и деталями, которые должны быть не менее 3 мм. Механические повреждения корпуса тормоза ЭМТ-2М, а также трещины на поводке, срез шлиц и ослабление его крепления не допускаются.

При осмотре тросовой проводки особое внимание следует обращать на места прохода тросов через ролики и текстолитовые направляющие и отсутствие повреждения тросов. На тросах не допускаются обрыв отдельных нитей или прядей, нарушения заделки в наконечнике, резкие перегибы и изломы, уменьшение диаметра троса в результате вытяжки и коррозии. Не допускаются касания тросов в местах прохождения их по роликам и на участках, где имеются минимально допустимые зазоры между тросами и деталями конструкции. Так, зазоры между тросами и шпангоутами концевой балки должны быть: на шпангоуте № 3 не менее 3 мм, № 4 - 9 мм, № 5 - 7 не менее 11 мм, № 8-5 мм, а № 13 хвостовой балки не менее 15 мм. Зазоры между тросами и боковыми поверхностями роликов должны быть не менее 0,5 мм, а между ступицами качалок и кронштейнами их установки - не менее 1 мм. Трещины и изломы реборд роликов и текстолитовых направляющих не допускаются. Направляющие должны быть установлены строго по направлению тросов. Танделы тросов управления должны быть надежно законтрены. Тросы с заершенностью, вспучиванием отдельных нитей или прядей заменяют. Коррозию с тросовой проводки удаляют ветошью, смоченной в керосине. Если этим способом коррозия не устраняется, то трос необходимо заменить.

При техническом обслуживании проверяют натяжение тросов ножного управления и состояние втулочно-роликовой цепи и звездочки. Для контроля цепи и звездочки снимают крышку с хвостового редуктора, цепь и звездочку протирают сухой салфеткой, после чего контролируют соединение пластин

звеньев цепи с ее роликами и тросами и состояние звездочки. Не допускаются трещины, износ звездочки, перегибы и перекосы цепи. Втулочно-роликовую цепь, тросы и звездочку смазывают смазкой ЦИАТИМ-201.

Исправность системы управления вертолетом проверяют при подсоединенной к вертолету наземной гидроустановке. Усилие при перемещении ручки управления циклическим шагом по мере ее отклонения от нейтрального положения должно возрастать. Ручка управления при отпущенной кнопке управления триммером должна фиксироваться во всех промежуточных положениях. Педали и ручка ШАГ-ГАЗ при перемещении должны отклоняться плавно, без заеданий на всем диапазоне рабочего хода.

Рычаги управления кранами останова должны перемещаться без заеданий и фиксироваться в крайних положениях. При заедании фиксатора проверяют состояние оси и пружины рычага фиксатора.

При периодических проверках регулировки управления двигателями необходимо при крайнем нижнем положении ручки ШАГ-ГАЗ и левой коррекции, нейтральном положении рычагов раздельного управления проверить положение рычагов на насосах НР-40ВГ, которые должны находиться против делений "0" на лимбах. Рукоятка коррекции ручки ШАГ-ГАЗ должна вращаться плавно, без заеданий, с некоторым самоторможением, необходимым для ее удержания при вибрациях вертолета в полете.

Установив рычаг раздельного управления одного из двигателей в крайнее нижнее положение, а второго - в крайнее верхнее, следует убедиться в том, что рычаг управления газом первого двигателя находится напротив деления "0" на лимбе насоса, а второго - напротив делений 90...105°.

В случае эксплуатации вертолета без замены подвижных элементов управления необходимо периодически проверять отклонения тарелки автомата перекоса в продольном и поперечном направлениях по шкалам и нониусам, а также отсутствие зазоров в соединениях. Для этого подключают наземную гидроустановку и основную гидросистему. Плавно перемещая ручку управления и устанавливая ее в крайние положения до упоров, проверяют наклон тарелки автомата перекоса, который должен соответствовать техническим требованиям. Кроме того, проверяют нейтральное положение тарелки при фиксации ручки и агрегата управления в нейтральном положении. Ручка ШАГ-ГАЗ при этом находится в среднем положении. Зазоры при покачивании тяг управления не допускаются. Момент затяжки гаек опор гидроусилителей должен быть $(60+10)\text{Н}\cdot\text{м}$ $[(6+1)\text{кгс}\cdot\text{м}]$.

Сохранение лётно-технических характеристик вертолета и безопасность полетов на нем возможны только при правильном регулировании системы управления вертолетом, т. е. при обеспечении требуемого соответствия

управляемых элементов конструкции определенным (конкретным) положениям органов управления.

Регулирование производится в случаях замены деталей и агрегатов системы управления, при сборке вертолета, при наличии грубых посадок (выполняется проверка правильности регулирования), а также при замечаниях экипажа на управление вертолетом.

15.1 Предварительная установка корпусов осевых шарниров втулки несущего винта.

Предварительная установка корпусов осевых шарниров втулки несущего винта производится для удобства регулирования управления общим и циклическим шагом несущего винта, а также для устранения значительной тряски вертолета при регулировании несущего винта с работающими двигателями. С этой целью ручки ШАГ-ГАЗ устанавливают в крайнее нижнее положение и измеряют длину вертикальных тяг поворота лопастей, которая должна быть 380 ± 5 мм. Замер ведут между осями отверстий верхней и нижней вилок вертикальных тяг.

При несоответствии требуемого размера длины тяги необходимо ослабить стяжной болт на резьбовом стакане верхней вилки тяги, сдвинуть резиновые чехлы на стакане нижней вилки и, вращая тягу в нужную сторону, добиться требуемой длины последней. После окончания регулирования длины вертикальных тяг следует затянуть и законтрить стяжные болты и установить резиновые чехлы на место.

15.2 Регулирование управления общим шагом несущего винта.

Регулирование управления общим шагом несущего винта необходимо вести при включенной гидросистеме от наземной гидроустановки и отключенном автопилоте ввиду того, что в цепи управления установлен гидроусилитель.

Перед регулированием необходимо убедиться, что рукоятки коррекции правой и левой ручек ШАГ-ГАЗ при переводе их в крайние положения доходят до винтов-ограничителей, расположенных на корпусе ручек. При несоответствии крайних положений ручки отрегулировать упоры.

В случае замены подвижных конструктивных элементов (тяг, качалок, направляющих тяг) в цепи управления общим шагом проверяют плавность перемещения ручек ШАГ-ГАЗ на всем диапазоне их хода, а также усилия, возникающие на рычагах при этом. Для этого пучки устанавливают в крайние нижние положения, от проводки управления отсоединяют гидроусилитель, включают гидросистему и при нажатии на кнопку фрикциона динамометром

(крепится на средней части рукоятки коррекции) замеряют усилия на всем диапазоне хода рычага. Усилия не должны превышать 10 Н (1 кгс), в противном случае проверяют подвижные элементы проводки управления на отсутствие в них заеданий и рывков.

Для проверки правильности регулирования управления следует при подключенном гидроусилителе и включенной гидросистеме установить ручку ШАГ-ГАЗ в среднее положение, зафиксировать качалки на агрегате управления штырем и замерить расстояние от упора направляющей ползуна до нижнего торца ползуна автомата перекоса (среднее положение ползуна), которое должно быть $(23,5 \pm 0,5)$ мм. При этом выход штока гидроусилителя должен соответствовать (36 ± 1) мм.

В случае несовпадения отверстий для фиксации на корпусе и качалке агрегата управления совместить их изменением длин горизонтальных тяг. Среднее положение ползуна и выхода штока гидроусилителя регулируют изменением длины тяги, соединяющей качалку агрегата управления со шиком гидроусилителя и наконечником гидроусилителя. Расфиксировать качалки на агрегате управления, установить ручку ШАГ- ГАЗ в крайнее нижнее положение и замерить зазор от упора направляющей до нижнего торца ползуна автомата перекоса, который должен быть 0,3... 0,5 мм.

Установить ручку ШАГ-ГАЗ в крайнее верхнее положение. При этом расстояние от нижнего упора направляющей до нижнего торца ползуна должно соответствовать (47 ± 1) мм. Регулирование производить винтом-упором, расположенным на основании ручки ШАГ - ГАЗ. При этом шток гидроусилителя не должен доходить до упора в силовом цилиндре не менее чем на 1 мм. Зазор определяют вычитанием длины хода штока при верхнем положении ручки ШАГ-ГАЗ из размера полного хода штока до упора.

Проверить и при необходимости отрегулировать привод датчика указателя общего шага. При нижнем положении ползуна стрелка указателя УШВ-1 на приборной доске должна стоять против деления 1° с допуском по дуге указателя ± 1 мм. Показания указателя УШВ-1 регулируют изменением длины тандера и поводка датчика. Контролируемые параметры при правильном регулировании управления общим шагом приведены в табл. 1.

Таблица 1

Положение ручки ШАГ—ГАЗ	Ход ползуна, мм	Показания указателя УШВ-1
Нижнее	0,3 — 0,5	1°
Среднее	$23,5 \pm 0,5$	$7^\circ 30'$
Верхнее	47 ± 1	$14^\circ 30'$

Необходимо затянуть фрикцион ручки ШАГ-ГАЗ маховиком так, чтобы без нажатия на кнопку фрикциона усилия на ручке соответствовали 200...250

Н. При нажатии на кнопку фрикциона ручка ШАГ-ГАЗ должна перемещаться от усилия на нее не более 60 Н.

Как правило, при необходимости после регулирования управления общим шагом производится регулирование управления двигателями, ибо рассмотренная система является объединенной и управляется совместно.

15.3 Регулирование управления двигателями.

Регулирование управления двигателями производится при зафиксированных рычагах раздельного управления двигателями на средней впадине сектора.

Для проверки и регулирования управления двигателями необходимо установить ручку ШАГ-ГАЗ в крайнее нижнее положение, а рукоятку коррекции - налево до упора. При этом рычаги насосов НР-40ВГ должны встать на упоры малого газа. Перевести рукоятку коррекции в крайнее правое положение, причем угол поворота рычагов насосов НР-40ВГ должен соответствовать по указателю лимба $(42 \pm 2)^\circ$. Регулирование малого и большого газа производится винтами-ограничителями, расположенными на корпусе ручки ШАГ-ГАЗ.

Установить ручку ШАГ-ГАЗ в промежуточное положение (соответствует $9^\circ 30' \pm 30'$ по УШВ-1) и правую коррекцию. В этом случае указатели рычагов насосов должны остановиться на отметке лимба $(84 \pm 2)^\circ$. При установке ручки ШАГ-ГАЗ в верхнее положение и при правой коррекции угол поворота рычагов насосов должен быть $90... 105^\circ$.

В случае необходимости регулирование производить путем изменения длин плеч рычагов насосов НР-40ВГ. Радиус рычага разрешается изменять в пределах, допускаемых регулировочным пазом рычага от 40 до 50 мм.

Характеристика управления двигателями при правильном регулировании приведена в табл. 2.

Таблица 2.

Положение ручки ШАГ—ГАЗ	Угол поворота рычагов НР-40ВГ по лимбам, °	
	Левая коррекция	Правая коррекция
Нижнее	0	42 ± 2
Промежуточное	—	84 ± 2
Верхнее	—	90...105

Регулирование тяг управления двигателями и кранами останова двигателей должно обеспечить ход рычагов на насосах НР-40ВГ с таким расчетом, чтобы при установке рычагов управления двигателями на упоры

рычаги на насосах не доходили до упоров на 0,5... 1 мм. Для этого следует установить винтовые упоры, расположенные на шпангоуте № 5Н, и винт-ограничитель рукоятки коррекции так, чтобы при крайних положениях проводки управления рычаги на насосе-регуляторе подходили к своим упорам без усилий.

15.4 Регулирование продольного и поперечного управлений вертолетом.

Регулирование продольного и поперечного управлений вертолетом производят с выключенными автопилотом и гидросистемой во избежание срезания нерегулируемых упоров-ограничителей наклона тарелки автомата перекоса. В случае замены подвижных конструктивных элементов (тяг, качалок, направляющих тяг) в цепи управления проверяют усилие на ручке управления на всем диапазоне ее хода. При отсоединенных гидроусилителях и механизмах загрузки усилие, замеряемое динамометром, закрепленном на средней части рукоятки, должно быть не более 12 Н (1,2 кгс). После проверки гидроусилители и механизмы загрузки подсоединяют к проводке управления.

Установить ручку управления в нейтральное положение и зафиксировать ее штырями. Кроме того, штырем фиксируются качалки проводки на агрегате управления, а при необходимости производится регулирование наконечниками горизонтальных тяг до совпадения отверстий. Проверку и регулирование нейтрального положения ручки управления производят при установке ручки ШАГ-ГАЗ в среднее положение. Выход штоков гидроусилителей продольного и поперечного управлений в этом случае должен соответствовать их среднему положению. Регулирование требуемого выхода штоков гидроусилителей осуществляется тягами, соединяющими качалки агрегата управления с гидроусилителями и тягами, соединяющими качалки гидроусилителей с качалками автомата перекоса.

При нейтральном положении ручки управления и штоков гидроусилителей продольного и поперечного управлений тарелка автомата перекоса должна находиться в нейтральном положении, что соответствует наклону ее вперед на $1^{\circ} 30' \pm 6'$ и влево на $30' \pm 6'$. Замер углов наклона тарелки производится по шкалам и нониусам, предусмотренным на качалках продольного и поперечного управлений автомата перекоса. При установке ручки управления в нейтральное положение проверяют положения поводков электромагнитных тормозов ЭМТ-2М продольного и поперечного управлений. Поводки должны быть соединены со штоками пружинных механизмов загрузки под прямым углом. Изменение положения поводков осуществляется резьбовыми наконечниками штоков пружинных механизмов загрузки.

После проверки и регулировки соответствия нейтрального положения тарелки автомата перекоса нейтральному положению ручки управления

необходимо снять штыри, фиксирующие ручку управления и качалки на агрегате управления и проверить углы наклона тарелки автомата перекоса при отклонении ручки в крайние положения, которые должны соответствовать углам наклона тарелки.

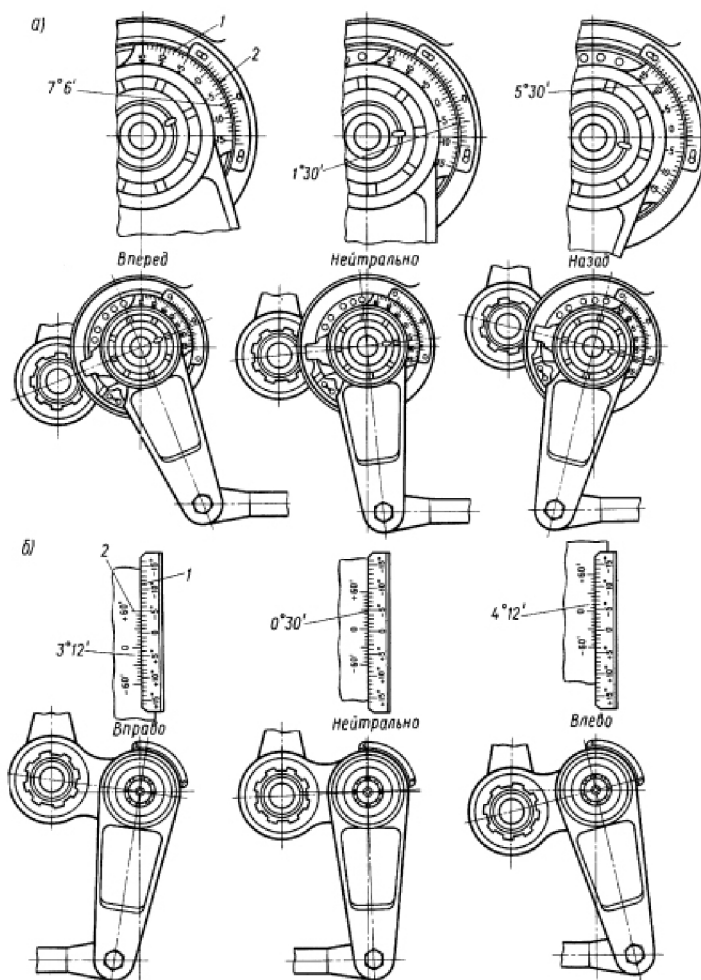


Рисунок 22 - Проверка отклонения тарелки автомата перекоса: а - продольное управление; б - поперечное управление; 1 - деления шкалы; 2 - деления конуса

В случае несоответствия углов наклона тарелки требуемым величинам следует отсоединить тяги продольного и поперечного управлений от качалок автомата перекоса, вертикальные тяги от агрегата управления, отключить гидроупор путем разъединения штепсельного разъема крана ГА-192Т и включить гидросистему. Довести шток гидроусилителя продольного управления до упора перемещением вертикальной тяги вверх. В этом положении штока гидроусилителя, соответствующего положению ручки управления НАЗАД ДО ОТКАЗА, регулируя наконечником длину тяги, состыковать тягу с качалкой тарелки автомата перекоса в положении $5^{\circ} \pm 6' \pm 12''$. После этого следует состыковать вертикальную тягу гидроусилителя продольного управления с качалкой агрегата управления, находящегося в зафиксированном среднем положении. Изменяя наконечниками длину

вертикальной тяги, качалки тарелки автомата перекося устанавливают вперед с наклоном на $1^{\circ}30' \pm 6'$. При этом, перемещая шток гидроусилителя вниз и управляя его золотником вручную за вертикальную тягу, необходимо не допускать перемещения качалки тарелки автомата перекося за пределы $1^{\circ}30'$.

При отсоединенных от автомата перекося и агрегата управления тягах гидроусилителя поперечного управления следует определить размер видимой части штока гидроусилителя, который определяется по выражению $A_{\text{ср}} = A_{\text{н}} + (A_{\text{в}} - A_{\text{н}}) / 2$,

где $A_{\text{ср}}$ - размер, соответствующий среднему положению штока;

$A_{\text{н}}$ - размер, соответствующий крайнему нижнему положению штока;

$A_{\text{в}}$ - размер, соответствующий крайнему верхнему положению штока.

После этого следует состыковать вертикальную тягу с агрегатом управления, зафиксированном в среднем положении. Путем регулировки длины тяги наконечниками добиться выхода штока гидроусилителя поперечного управления, соответствующего размеру $A_{\text{ср}} \pm 1$ мм. Состыковать тягу поперечного управления с качалкой тарелки автомата перекося и, регулируя наконечником ее длину, установить наклон тарелки влево на $30' \pm 6'$.

Если при изменении длины тяги как в продольном, так и в поперечном управлении не удастся обеспечить регулировку наклона тарелки автомата перекося, следует произвести дополнительную регулировку наконечником штока гидроусилителя в пределах (30^{+5}_{-2}) мм.

После регулировки поперечного управления снять штыри, фиксирующие среднее положение ручки управления и агрегата управления, а ручку ШАГ-ГАЗ оставить в среднем положении и медленным перемещением ручки управления вперед из нейтрального положения установить тарелку автомата перекося в положение наклона 7° . Подвести к ручке винтовой упор, ограничивающий ее переднее положение, и законтрить упор в положение наклона тарелки вперед на $7^{\circ+6'}_{-12'}$. Перевести ручку управления назад до отказа и установить между упором хода ручки назад и качалкой зазор 1...2 мм.

Довести ручку управления влево, а затем вправо до упоров и отсчитать при этом углы наклона тарелки по шкалам и нониусам качалки поперечного управления автомата перекося. При правильной регулировке среднего положения гидроусилителя поперечного управления они должны находиться в пределах: влево $4^{\circ} 12' \pm 12'$ и вправо $3^{\circ} 24' \pm 12'$.

После регулировки диапазона наклона тарелки автомата перекося определить соответствие хода ручки управления, который должен быть: в

продольном направлении ($\pm 170 \pm 10$) мм, в поперечном ($\pm 135 \pm 10$) мм. Расстояние отклонения ручки в продольном направлении измеряют от центра головки ручки до приборной доски, а в поперечном - до окантовки блистера кабины экипажа.

Подсоединить электрожгут к штепсельному разъему крана ГА-192Т включения гидроупора и включить основную гидросистему от наземной гидроустановки. Отрегулировать винтом гидроупора наклон тарелки автомата перекоса назад на $2^\circ \pm 12'$ при положении ручки управления назад. При этом ролик качалки должен прижиматься к торцу винта, выворачивание которого разрешается не более 18 мм.

С целью проверки правильности регулирования продольного управления при включенном гидроупоре проконтролировать динамометром усилие на ручке управления при перемещении ее назад за положение, соответствующее наклону тарелки автомата перекоса назад на $2^\circ \pm 12'$. При отсоединенном механизме загрузки усилие должно быть небольшим, а при переходе угла наклона тарелки назад за $2^\circ \pm 12'$ достичь (120 ± 30) Н $[(12 \pm 3)$ кгс]. При отключенном кране ГА-192Т, нижнем положении штока гидроупора и крайнем заднем положении ручки управления между роликом качалки и торцом винта гидроупора должен быть зазор не менее 0,5 мм. При полностью обжатой камере низкого давления между коромыслом и штоком микровыключателя механизма включения гидроупора должен быть зазор $(1 \pm 0,5)$ мм, который регулируется толкателем коромысла.

Окончательная проверка правильности регулирования продольного и поперечного управлений производится при включенной гидросистеме от наземной гидроустановки. При проверке контролируют соответствие углов наклона тарелки автомата перекоса отклонениям ручки управления, перемещение ручки без заеданий и рывков с плавным нарастанием усилий, а при включении электромагнитных тормозов снятием этих усилий и фиксацией ручки в заданном положении.

15.5 Регулирование управления рулевым винтом.

Регулирование управления рулевым винтом проводят при включенной гидросистеме от наземной гидроустановки и отключенном автопилоте. При замене в цепи управления рулевым винтом подвижных конструктивных элементов измеряют усилие на педалях ножного управления при отсоединенном гидроусилителе и механизме загрузки. С этой целью динамометр закрепляют в средней части рычагов педалей и измеряют усилие на всем диапазоне их хода, которое должно быть не более 30 Н (3 кгс).

Для проверки и регулирования управления следует снять, рулевой винт и установить педали в нейтральное положение, зафиксировав штырями педали

и качалку па агрегате управления (при несовпадении отверстий на качалках и корпусе агрегата управления отрегулировать длину горизонтальных тяг ножного управления). Проверяют выход штока гидроусилителя ножного управления, который должен быть в среднем положении и соответствовать размеру $A_{ср} \pm 1$ мм. Регулирование требуемого выхода штока производится тягой, соединяющей качалку агрегата управления с гидроусилителем.

Следует проверить положение поводка электромагнитного тормоза ЭМТ-2М ножного управления, который при нейтральном положении педалей должен быть повернут относительно плоскости симметрии муфты на шаг шлицевого соединения в сторону, противоположную механизму загрузки, и соединен с его штоком. Регулировка производится перестановкой поводка и изменением длины наконечника штока механизма загрузки.

Необходимо проверить натяжение тросов ножного управления с помощью тензометра. Регулирование тросов осуществляется тандерами в зависимости от температуры наружного воздуха, натяжение тросов определяют по графикам.

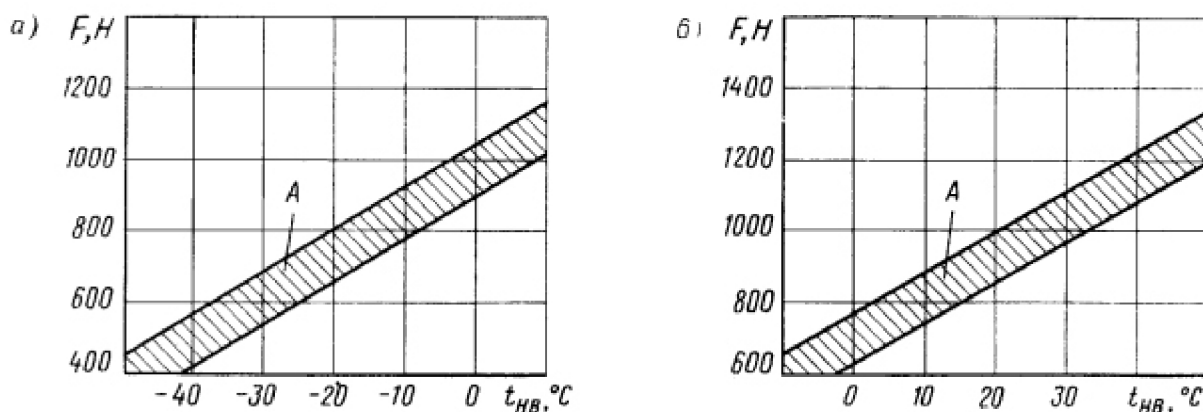


Рисунок 23 - Графики определения натяжения тросов ножного управления в зависимости от температуры наружного воздуха (с усиленной втулочно-роликовой цепью): а - для осенне-зимней эксплуатации; б - для весенне-летней эксплуатации; А - диапазон допустимых значений натяжения тросов

Разность натяжения основного и дублирующего тросов не должна превышать 100 Н (10 кгс). При регулировке тросов обращают внимание на резьбовую часть наконечника, которая не должна выходить из муфт тандеров.

При снятом рулевом винте следует контролировать выход штока механизма управления винтом, который при нейтральном положении педалей должен быть $(270,2 \pm 0,8)$ мм. Требуемый выход штока регулируют путем перекидки звеньев цепи на звездочке механизма управления винтом. При этом разность длин ветвей цепи от звездочки не должна превышать 15 мм.

Снимают штыри, фиксирующие педали ножного управления на агрегате управления, и проверяют отклонение педалей от нейтрального положения которое должно соответствовать ($\pm 90 \pm 5$) мм.

Необходимо проследить за ходом штока гидроусилителя ножного управления при крайних положениях педалей который должен быть $\pm 34,5$ мм. В случае несоответствия отклонения педалей и хода штока гидроусилителя регулирование производится винтовыми упорами на педалях.

Проверяют и при необходимости регулируют выход штока механизма управления рулевым винтом, который должен быть при перемещении правой педали вперед до упора ($244,9 \pm 0,45$) мм, а при перемещении левой педали вперед до упора ($295,3 \pm 0,8$) мм.

Устанавливают винт и ставят вертолет на гидropодъемники. С помощью специального приспособления, закрепленного на шпильки фланца хвостового редуктора и оптического квадранта, ставят ось хвостового редуктора в горизонтальное положение, регулируя положение вертолета подъемниками. Снимают приспособление с фланца редуктора и устанавливают на фланец площадку для поддержания лопасти рулевого винта в горизонтальном положении. Вращая рулевой винт, укладывают одну из лопастей на приспособление, устанавливают на нее площадку для оптического квадранта на расстоянии $r = 0,7$ от оси его вращения и замеряют угол установки лопасти. Угол установки лопасти при перемещении правой педали вперед до упора должен быть $21^\circ + 30'$, а при перемещении левой педали вперед до упора $-7^\circ 30' \begin{smallmatrix} +50' \\ -1^\circ 30' \end{smallmatrix}$. Аналогичную операцию выполняют и с двумя, другими лопастями.

Еще раз убеждаются в правильном натяжении тросов управления и проверяют зазор между бачком осевого шарнира и токосъемником при максимальном отклонении кардана втулки в сторону токосъемника и положении правой педали на упоре. Зазор должен быть не менее 2 мм.

15.6 Регулирование управления тормозом несущего винта.

Регулирование управления тормозом несущего винта выполняют в следующем порядке. Для проверки правильности регулирования управления тормозом несущего винта необходимо запустить двигатели, вывести их на режим малого газа и после их останова затормозить винты, проверив на ощупь температуру барабана тормоза. Последняя не должна быть выше температуры, соседних деталей.

В случае перегрева барабана тормоза следует установить ручку тормоза в крайнее нижнее положение (расторжено) и через отверстия в барабане затянуть одну из регулировочных гаек до отказа с целью обеспечения плотного прилегания тормозной колодки к рабочей поверхности тормозного

барабана. Отпуская регулировочную гайку, обеспечивают зазор между рабочими поверхностями колодки и барабана 0,2...0,3 мм, проверив его щупом по всей длине поверхности колодки. Аналогичным образом регулируют и вторую колодку. Воздействуя на разжимный рычаг тормоза, проверяют величину свободного хода при неподвижных колодках, которая должна соответствовать

С помощью тандеров регулируют натяжение троса управления (в положении РАСТОРМОЖЕНО трос должен иметь чуть заметную слабину). Устанавливают ручку управления в положение ЗАТОРМОЖЕНО и проверяют положение штифта предохранительной пружины тормоза. При правильном регулировании штифт должен находиться в расточке верхней опорной тарелки пружины и не касаться ее упора.

Перемещая ручку управления в положение РАСТОРМОЖЕНО, необходимо проследить за срабатыванием микровыключателя цепи блокировки запуска двигателей.

15.7 Устранение несоконусности лопастей несущего винта.

Устранение несоконусности лопастей несущего винта при вращении выполняют в том случае, когда не все лопасти описывают одинаковый конус после установки одинаковых установочных углов в процессе предварительной регулировки корпусов осевых шарниров (см. приложение 5).

Соконусным называется такое движение лопастей несущего винта при вращении, при котором они движутся по поверхности одного и того же конуса. Соконусность лопастей может быть лишь при условии, что все лопасти имеют одинаковые геометрические, кинематические, аэродинамические и массовые характеристики.

При наличии несоконусности лопастей равнодействующая аэродинамических сил несущего винта смещена в сторону от оси вращения, что вызывает тряску вертолета не только в полете, но и на земле. Следовательно, одним из важнейших требований при работе несущего винта является наличие соконусности его лопастей.

Для выполнения этой работы необходимо:

- установить вертолет на специальную площадку и пришвартовать его или загрузить вертолет до взлетной массы и установить под колеса упорные колодки;

- подготовить установку для проверки соконусности несущего винта, для чего в гнездо удлинителя приспособления закрепить рулон плотной белой бумаги с длиной видимого участка не менее 500 мм. Отрегулировать длину

шеста приспособления так, чтобы середина рулона бумаги находилась на уровне торца концов лопастей;

- замерить и при необходимости специальной обоймой отогнуть вниз триммерные пластины каждой лопасти на угол 2° . Окрасить торец законцовки каждой лопасти краской определенного цвета. Произвести предварительную установку корпусов осевых шарниров

- подготовить двигатели к запуску, запустить и прогреть их на режиме малого газа, после чего установить режим работы двигателей пн.в = 50...55% при угле установки лопастей $\varphi = 1^\circ$, который не должен изменяться до окончания регулировки.

По сигналу пилота подвести приспособление к вращающемуся несущему винту так, чтобы окрашенные торцы концов лопастей коснулись рулона приспособления, после чего отвести приспособление. Остановить двигатели и проконтролировать отпечатки концов лопастей, максимальный разброс которых в сумме не должен превышать 20 мм.

При наличии разбросов отпечатков больше допустимых необходимо отрегулировать установочные углы лопастей. Для этого из пяти имеющихся выбирают средний отпечаток, от которого определяют расстояния до отпечатков остальных лопастей. Лопасти, отпечатки которых находятся выше среднего, имеют больший установочный угол, лопасти с отпечатками ниже среднего - меньший. Изменение установочных углов лопастей производится регулировкой длины вертикальных тяг поворота лопастей из расчета: изменение длины тяги на увеличение повышает установочный угол лопасти и, наоборот, при укорачивании длины тяги - уменьшает его. На данном режиме работы двигателей один оборот вертикальной тяги изменяет высоту конуса лопасти на 60...65 мм, а поворот тяги на одну грань вызывает вертикальное перемещение конца лопасти на 10...11 мм. После затяжки и контровки болтов верхних вилок тяг повторно запускают двигатели (выход на режим пн.в = 50...55%) и вновь проверяют соконусность лопастей.

После устранения несоконусности на режиме пн.в = 50...55% производят аналогичную проверку на режиме пн.в = $(95 \pm 2) \%$ при $\varphi = 1^\circ$. Это делается с той целью, что полученная соконусность при одной частоте вращения несущего винта может перейти в несоконусность винта при другой частоте вращения. Объясняется это тем, что лопасти винта не являются абсолютно жесткими и от действия аэродинамических и инерционных сил они подвергаются не только изгибу, но и кручению. Кручение же лопасти во время ее изгиба происходит вследствие того, что центр масс и центр давления лопасти, как правило, не совпадают с центром ее жесткости. При условиях совпадения центра масс с центром жесткости лопасти месторасположение центра давления непостоянно и зависит, в основном, от величины углов атаки.

Поэтому, перейдя на другую частоту вращения, изменяющиеся моменты вокруг продольной оси лопасти будут закручивать отдельные лопасти на увеличение или уменьшение установочных углов. Это приводит к изменению углов атаки, подъемной силы и образованию другого конуса вращения этой лопасти, а следовательно, и несущего винта в целом. Если на режиме пн.в = $(95 \pm 2)\%$ расстояние между крайними отпечатками лопастей превышает 20 мм, необходимо произвести регулирование исходя из условия:

- лопасти, отпечатки которых располагаются выше среднего отпечатка, имеют большой установочный угол вследствие закрутки лопастей кабрирующим моментом, который можно уменьшить отгибом триммерных пластин вниз;

- лопасти, отпечатки которых располагаются ниже среднего, имеют меньший установочный угол вследствие закрутки лопастей пикирующим моментом. В этом случае триммерные пластины лопастей следует отогнуть вверх.

Отгиб триммерных пластин вызывает соответствующее изменение моментных характеристик лопастей, а следовательно, и изменение плоскости вращения концов лопастей, которые, как правило, оказываются различными при изменении частоты вращения несущего винта. Один и тот же по величине отгиб триммерных пластин вызывает незначительные перемещения плоскости вращения лопасти при пн.в = 50...55% и существенно большие при пн.в. = $(95 \pm 2)\%$ в отличие от воздействия вертикальных тяг, изменяющих плоскость движения концов лопастей одинаково на обоих режимах.

Отгиб триммерных пластин на 1° изменяет положение конца лопасти при вращении на режиме пн.в = $(92 \pm 2)\%$ на 20...25 мм. Величину отгиба пластин замеряют угломером, прикладываемым к нижней поверхности лопасти по трем сечениям (комлевому, среднему и концевому). Если разница в углах отгиба по сечениям превышает 1° , пластину следует выправить. Угол отгиба триммерных пластин допускается от 1° вверх и до 5° вниз. При этом средний угол пяти лопастей, определяемый из выражения

$$\sigma_1^0 + \sigma_2^0 + \sigma_3^0 + \sigma_4^0 + \sigma_5^0,$$

где σ^0 - угол отгиба триммерных пластин лопасти, должен находиться в пределах от 0 до 4° вниз.

После достижения соконусности на режимах пн.в = 50...55% и пн.в = $(95 \pm 2)\%$ необходимо проверить наличие соконусности на режиме пн.в = $(95 \pm 2)\%$ при выключенной основной и дублирующей гидросистемах, поскольку при выключенных гидросистемах жесткость управления вертолетом, как

правило, уменьшается и при наличии неуравновешенных сил на автомате перекоса соконусность лопастей изменяется.

Для этого на режиме пн.в = 50...55% при $\varphi = 1^\circ$ следует выключить основную и дублирующую гидросистемы. Плавное увеличение режим работы двигателей до пн.в = $(95 \pm 2) \%$, проследить за поведением вертолета. При появлении незначительной неустойчивости включить гидросистему. В случае необходимости произвести регулирование из расчета: отгиб триммерных пластин на 1° при выключенной гидросистеме изменяет положение конца лопасти при пн.в = $(95 \pm 2)\%$ на 40...50 мм.

Вновь проверить соконусность на пн.в = 50...55% и пн.в = $(95 \pm 2)\%$ с включенной, а затем на пн.в = $(95 \pm 2)\%$ с выключенной гидросистемой.

При наличии несоконусности на режиме пн.в = 50...55% больше 20 мм устранить ее регулировкой длин вертикальных тяг, а при пн.в = $(95 \pm 2) \%$ с включенной или выключенной гидросистемой путем отгиба триммерных пластин.

Таким образом, для обеспечения соконусности вращения лопастей несущего винта на разных режимах работы двигателя необходимо установить такие длины вертикальных тяг и такие углы отгиба триммерных пластин, при которых концы лопастей при любой частоте вращения вращаются в параллельных плоскостях, а максимальный разброс отпечатков на каждом режиме не превышает 20 мм.

Окончательно установленные регулировочные данные по длине вертикальных тяг и углам отклонения триммерных пластин записывают в паспорт комплекта лопастей с указанием номера вертолета.

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