

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Аеродинаміка, конструкції і системи вертольотів»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів

за темою 8 - Повітряні і гідравлічні системи повітряних суден

Харків 2021

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 23.09.2021 № 8

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 22.09.2021 № 2

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 30.08.2021 р. № 1

Розробник:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Дерев'янка Іван Григорович
2. Викладач циклової комісії аеронавігації Ножнова Марина Олександрівна
3. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Копичко Руслана Русланівна

Рецензенти:

1. Кандидат технічних наук, доцент Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського Павленко Олександр Володимирович.
2. Викладач циклової комісії аеронавігації Кременчуцького льотного коледжу Харківського університету внутрішніх справ, викладач-методист, к.т.н., с.н.с Тягній В.Г.

План лекцій:

1. Призначення и характеристика повітряних систем.
2. Будова агрегатів повітряної системи.
3. Призначення и характеристика гідравлічних систем.
4. Будова агрегатів гідравлічної системи.

Рекомендована література:

Основна:

1. Глаголев А.Н. "Основи конструкції вертольотів", М, 1972 р. - 373 с.
2. Далін В.А. "Конструкція вертольотів". М.: Машинобудування, 1971 - 269 с.

Допоміжна:

3. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2001. - 383 с.
4. Володко А.М., Литвинов А.Л. "Основи конструкції та технічної експлуатації одновинтових вертольотів", М., Воениздат, 1986.
5. Голего О.М., Ігнатович С.Р., Кисляков В.В. "Системи керування повітряних суден: Конспект лекцій. - К.: НАУ, 2003. - 116 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті:

6. <http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/construction/helicopters/>

Текст лекції

1. Призначення і характеристика повітряної системи

Повітряна система призначена:

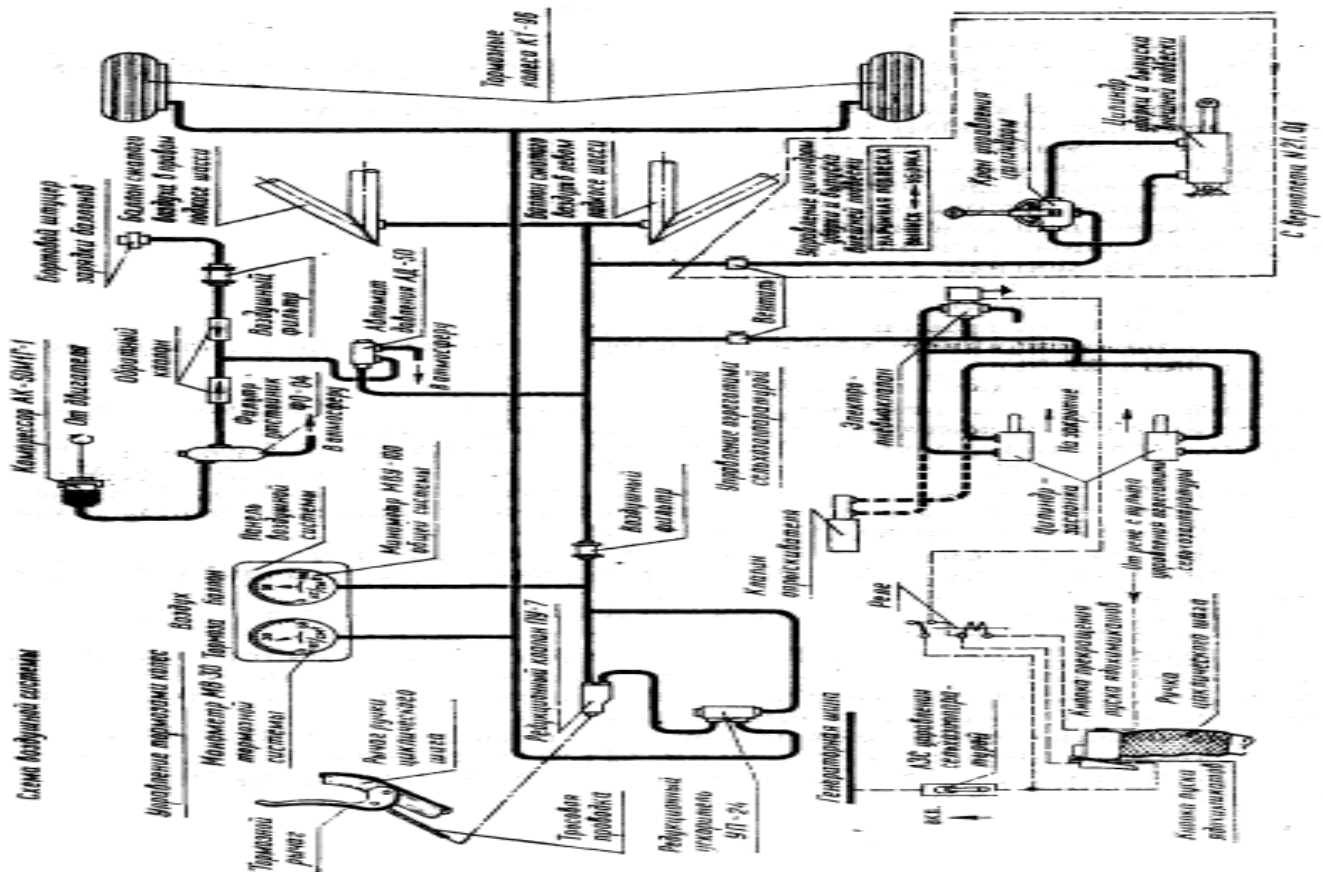
1. Для управління гальмами коліс.
2. Для збирання і випуску зовнішньої підвіски.
3. Керування сільськогосподарської апаратурою.
4. Для запуску двигунів.
5. Для герметизація дверей і аварійних виходів.
6. Для наповнення аварійних баллонет.

Балони повітряної системи заряджаються стисненим повітрям від аеродромних балонів, а при працюючих двигунах заряджаються від повітряного компресора АК-50П-10. Тиск повітря в балонах регулюється автоматично тиску АД-50, а контроль за тиском в балонах здійснюється за манометром МВУ-100.---

З балонів стиснене повітря проходить через фільтр і одночасно надходить до редукційне клапану ПУ-7 і до редукційне прискорювача УП-24. Гальмування коліс пілот здійснює натисканням на гашетку, яка тросом в боуденовской оболонці з'єднується з редукційним клапаном ПУ-7. Залежно від ступеня натискання гашетки редукційний клапан ПУ-7 редукує тиск і направляє стиснене повітря в керуючу порожнину редукционного прискорювача УП-24, який спрацьовує і перепускає повітря з балонів у гальмові циліндри коліс. При цьому тиск повітря, що надходить в гальмівні циліндри приблизно в 2 рази вище керуючого тиску, що подається в редукційний прискорювач УП-24 з редукційного клапана ПУ-7, що значно прискорює загальмування коліс.----

Для розгальмовування коліс необхідно відпустити гашетку при цьому припиняється доступ повітря в керуючу магістраль, а наявний в ній повітря виходить в атмосферу. Повітря з гальмівних циліндрів при цьому також виходить в атмосферу через редуційний прискорювач.

Для гальмування коліс на стоянці гашетка в натиснутому положенні фіксується стопором, розташованим на ручці управління. Тиск повітря в гальмівних циліндрах контролюється по манометру МВ-40, який встановлений під лівою зсувними дверима.



2. Будова агрегатів повітряної системи

Балони. Як балонів використовуються рами основних опор шасі. Зверху рама має штуцери для під'єднання повітряної системи, а знизу - штуцери з пробками для зливу конденсату.

Повітряний компресор АК-50П-10 призначений для підзарядки повітряної системи при працюючих двигунах. Встановлено на головному редукторі зверху. Компресор - поршневий, двоступеневий.

Фільтр-відстійник ФО-04 призначений для очищення повітря від води і масла. Встановлено на панелі повітряної системи на правому борту між шпангоутами №9Ф і 10Ф. Має зливний кран для зливу конденсату.

Зворотний клапан пропускає повітря тільки в одному напрямку. У повітряній системі два зворотних клапана, які встановлені на панелі повітряної системи.

Повітряний фільтр призначений для очищення повітря від механічних частинок. У повітряній системі два фільтри. Один очищає повітря, що надходить з аеродромних балонів в бортові балони, а другий очищає повітря йде з бортових балонів в редукційний клапан ПУ-7 і в редукційний прискорювач УП-24.---

Бортовий зарядний штуцер призначений для під'єднання аеродромного балона при зарядці повітряної системи. Встановлено на правому борту між шпангоутами 9Ф і 10Ф.---

Автомат тиску АД-50 призначений для автоматичного перемикання компресора з робочого режиму на холостий хід при тиску в системі $50 + 4$ кгс / см² і з холостого на робочий режим при зниженні тиску в системі до 40 кгс / см². Автомат тиску встановлений на панелі повітряної системи.---

Редукційний клапан ПУ-7 призначений для подачі стисненого повітря з скороченим тиском в керуючу порожнину редукційного прискорювача УП-24. Ступінь редукування залежить від ступеня натискання гашетки пілотом. Максимальний тиск на виході з редукційного клапана - 12 кгс / см². Встановлено клапан ПУ-7 під підлогою кабіни пілотів і за допомогою троса з'єднується з гашеткою на ручці управління циклічним кроком.---

Редукційний прискорювач УП-24 призначений для подачі стисненого повітря з балонів у гальмові циліндри коліс з редуцированием тиску в залежності від величини керуючого тиску надходить з редукційного клапана ПУ-7. Зміна керівника тиску викликає пропорційну зміну тиску в гальмах. При цьому тиск повітря, що надходить в гальмівні циліндри, приблизно в 2 рази вище керуючого тиску.---

Манометри встановлені під лівою зсувними дверима. МВУ-100 вимірюють тиск в балонах, а МВ-40 вимірює тиск в гальмівних циліндрах коліс.

3. Призначення і характеристика гідравлічної системи

Гідравлічна система призначена для подачі робочої рідини до гідропідсилювач системи управління, приводам прибирання і випуску шасі і інших агрегатів. Схема розташування на вертольоті основних агрегатів гідросистеми показана на малюнку.

Гідравлічна система вертольота зазвичай складається з:

- основний, службовець для харчування приводів, включених в систему управління;

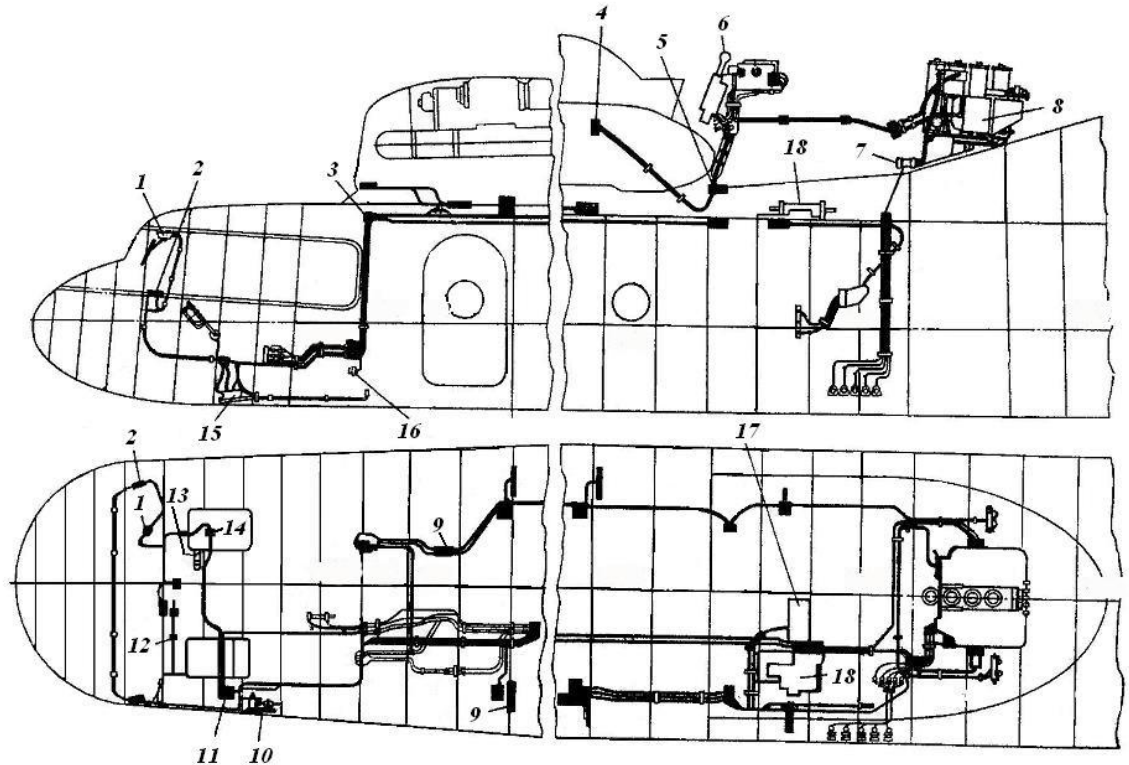
- дублюючої, що забезпечує роботу приводів при відмові основної системи. Ця система є аварійної;

- допоміжної, призначеної для забезпечення роботи склоочисників, Расстопоривания фрикциона рукоятки «Крок - Газ», циліндра замка зовнішньої підвіски вантажу, циліндра управління поворотними лопатками вентилятора, роботи гідродемпфера системи колійного управління і ін.

Насоси основний, дублюючої і допоміжної систем зазвичай розміщуються на приводах головного редуктора, що забезпечує нормальну роботу систем при відмові двигунів і перехід вертольота на режим самовраження несучого гвинта.

У кожен гідросистему входять: насос, гідроаккумулятор, автомат розвантаження насоса з зворотним і запобіжним клапанами, фільтри тонкого очищення, електричний манометр, Гидрокрани з електромагнітним керуванням і інші агрегати.

Трубопроводи основний і дублюючої систем підведені до гідропідсилювач, в кожен з яких входять два незалежних гідропідсилювача, що мають загальний силовий шток і загальний циліндр, що складається з двох робочих камер, одна з яких живиться від основної гідросистеми, інша - від дублюючої. Таке дублювання дозволяє досягти високого рівня надійності системи управління.



Малюнок 1. Схема розташування на вертольоті основних агрегатів гідросистеми.

1 - привід склоочисника, 2 - дросельний кран, 3 - демпфер, 4 - циліндр управління поворотними лопатками вентилятора, 5 - електромагнітний кран управління поворотом лопаток вентилятора, 6 - рульовий привід управління кроком несучого гвинта, 7 - шестерний насос, 8 - гідроблок, 9 - клапани для приєднання шлангів аеродромного гідроагрегату, 10 - панель з гідроагрегатами допоміжної системи, 11 - Гідропанель управління гідропідсилювача, 12, 13 - гідромуфти управління поперечного, ножного, поздовжнього двигунами і загальним кроком несучого гвинта відповідно, 14 - електромагнітний кран, 15 - гідропідсилювач, 16 - річний гидронасос, 17 - панель з агрегатами управління керманичами приводами, 18 - рульовий привід колійного управління.

4. Будова агрегатів гідравлічної системи

В гідросистему вертольота входять: гидробак, два насоси НШ-39М, чотири зворотних клапана ОК-10А, два фільтра грубої очистки 269МФ, два автомати розвантаження насосів ГА-77В, три гідроаккумулятора, два датчика

електричного манометра ДИМ-100, два електромагнітних крана ГА 47м / 5, автоматичний клапан аварійного живлення ГА-59/1, сигналізатор тиску МСТ-35А основної системи, сигналізатор тиску МСТ-25А дублюючої системи, два фільтри тонкого очищення ФГ-11БН, п'ять електромагнітних кранів ГА-192/2, два дозатора ГА -172-00-2, чотири бортових клапана, циліндр управління фрикціоном важеля «КРОК-ГАЗ», гідроупор, чотири гідропідсилювача.

Гідробак загальний для основної та дублюючої гідросистеми, звареної конструкції, складається з обичайки і двох днищ. Всередині бак розділений перегородкою на дві рівні частини. Бак має загальну заливну горловину і два мірних скла.

Насос НШ-39М призначений для створення робочого тиску в гідросистемі. Насос шестеренчатого типу одноступінчатий, складається з корпусу, кришки, веденого і ведучого зубчастих коліс. Для контролю герметичності приводного валика до корпусу насоса кріпиться дренажна трубка.

Продуктивність насоса при тиску $65 \text{ кгс} / \text{см}^2$ становить $30 \text{ л} / \text{хв}$. Робочий тиск $45\text{-}65 \text{ кгс} / \text{см}^2$, максимальний тиск $90 \text{ кгс} / \text{см}^2$. Насос основний гідросистеми встановлений на лівій коробці приводів головного редуктора, а насос дублюючої гідросистеми на правій коробці приводів головного редуктора.

Зворотний клапан призначений для пропускання рідини в одному напрямку і для замикання магістралі гідросистеми при зворотному потоці рідини.

Фільтр грубої очистки 269МФ призначений для очищення рідини від механічних частинок розміром $0,08\text{-}0,09 \text{ мм}$.

Для підвищення надійності гідросистеми на вертольотах випуску з листопада 1984р. замість фільтрів грубої очистки 269МФ встановлюються фільтри тонкого очищення 8Д2.966.017-2, які очищають рідину від частинок розміром $12\text{-}16 \text{ мікрон}$. Фільтр 8Д2.966.017-2 складається з корпусу, фільтруючого елемента (нікелева сітка саржевого плетіння), відсіченого клапана і перепускного клапана, пружина якого розрахована на перепад тиску більше $7 + 2 \text{ кгс} / \text{см}^2$.

Автомат розвантаження насоса ГА-77В призначений для перемикання насоса на холостий режим (тобто на перекачку рідини в бак) при досягненні тиску в системі $65 \text{ кгс} / \text{см}^2$, і для перемикання насоса на робочий режим при зниженні тиску в системі до $45 \text{ кгс} / \text{см}^2$. Крім того автомат розвантаження запобігає збільшенню тиску в системі вище $78 + 10 \text{ кгс} / \text{см}^2$ при відмові його автоматичної частини.

Автомат розвантаження насоса складається з корпусу, в якому встановлені:

- командний золотник з пружиною, що має попередню затяжку $45 \text{ кгс} / \text{см}^2$;
- розподільний золотник з фіксатором;
- виконавчий золотник з пружиною, натяг якої розраховано на тиск $7\text{-}10 \text{ кгс} / \text{см}^2$;
- запобіжний золотник з пружиною і кульковим клапаном, пружина якого розрахована на тиск $78 + 10 \text{ кгс} / \text{см}^2$;
- зворотний кульковий клапан, який оберігає розрядку гідроаккумуляторів при роботі насоса на холостому режимі.

Гідроаккумулятор призначений для зменшення частоти і амплітуди коливань тиску рідини в системах, що виникають при роботі насосів і споживачів. В основній системі встановлено два гідроаккумулятора, а на дублюючої - один. Кожен акумулятор являє собою сталеву сферу ємністю 2,3 л, яка розділена гумовою діафрагмою на дві порожнини - гідравлічну і газову. Зарядний тиск азоту в газовій порожнині 30 ± 2 кгс / см^2 . При роботі насоса гідросистеми в робочому режимі акумулятор накопичує енергію за рахунок стиснення газу, а при роботі насоса на холостому режимі - повертає енергію рідини. Тому зростання тиску рідини від 45 до 65 кгс / см^2 відбувається за 2с, а падіння тиску з 65 до 45 кгс / см^2 - за 10-12с.

В кінці кожного льотного дня, плавно працюючи ручкою циклічного кроку, необхідно розрядити гідроаккумулятори від рідини і при цьому перевірити зарядку акумуляторів азотом (по моменту різкого падіння стрілки манометра на 0).

Електричний манометр ДИМ-100 призначений для дистанційного вимірювання тиску рідини в гідросистемі. Показники манометра основний і дублюючої гідросистем встановлені на середньої панелі електропульт в кабіні екіпажу.

Електромагнітний кран ГА-74М / 5 призначений для управління подачею рідини до гідропідсилювач (тобто для включення і виключення гідросистеми). Кран складається з електромагніту і корпусу, в якому встановлені:

- командний золотник (з'єднується з якорем електромагніту);
- виконавчий золотник з плунжером-демпфером.

Управління кранами основний і дублюючої гідросистеми здійснюється двома вимикачами, які встановлені на середньої панелі верхнього електропульт. Вимикач дублюючої гідросистеми закритий ковпачком і законтрите в положенні «ВКЛЮЧЕНО».

Автоматичний клапан ГА-59/1 призначений для автоматичного включення дублюючої системи на харчування гідропідсилювачів при падінні тиску в основній гідросистемі до 30 ± 5 кгс / см^2 , А так само для відключення дублюючої системи при підвищенні тиску в основній системі вище 35 ± 5 кгс / см^2 . Клапан складається з золотника, корпусу і пружини. Для запобігання вібрацій золотника в штуцері підведення рідини з основної системи вмонтований дросель.

Сигналізатор тиску МСТ-35А призначений для замикання електричного кола з зеленим таблом при підвищенні тиску в основній системі вище 35 кгс / см^2 .

Сигналізатор тиску МСТ-25А призначений для замикання електричного кола з червоним таблом при підвищенні тиску в дублюючої системі вище 25 кгс / см^2 . Обидва таблом встановлені на середньої панелі електропульт.

Фільтр тонкого очищення ФГ-11БН призначений для очищення робочей рідини від частинок з розміром більше 12-16 мікрон. Конструктивно він складається з корпусу, склянки і фільтруючого елемента (металевої сітки саржевого плетіння).

Електромагнітний кран ГА-192/2 складається з корпусу, електромагніту, золотника і пружини. Всього в основній системі встановлено п'ять кранів:

- один управляє подачею рідини для растормаживання фрикціона важеля «КРОК-ГАЗ» (включається кнопкою фрикціон на важелі «крок-газ»);

- один управляє подачею рідини в гідроупор системи поздовжнього керування вертольотом (включається після посадки вертольота кінцевими вимикачами на амортистойках основних опор шасі).

- три крана управляють подачею рідини для перемикання гідропідсилювачів на комбінований режим роботи (включаються тими ж кнопками, що і автопілот).

Дозатори ГА-172-00-02 встановлені: один в магістралі харчування циліндра растормаживання фрикціона важеля «крок-газ» і другий - в магістралі харчування гідроупора. Дозатори запобігають витіканню рідини з основної гідросистеми при порушенні герметичності цих магістралей. Мінімальний обсяг рідини при одноразовому спрацьовуванні дозатора понад 400 см³. Дозатор являє собою циліндричний корпус, всередині якого міститься упор з гільзою. Усередині гільзи змонтовані плаваючий клапан і золотник з поворотною пружиною. Усередині золотника є зворотний клапан з пружиною.

Бортові шпангоути встановлені на лівому борту між шпангоутами № 12 і 13 центральної частини фюзеляжу. Вони призначені для під'єднання наземної гідроустановки при заправці і випробуванні гідросистеми.

Відповідно до бюлетенем №1042-3 від 2.09.80г. заправку (дозаправку) гідросистеми необхідно проводити тільки закритим способом за допомогою наземної установки типу УПГ-250 і ін.

У виняткових випадках при експлуатації вертольота в польових умовах, дозволяється проводити дозаправку гідросистеми відкритим способом. Про кожний випадок дозаправки відкритим способом необхідно робити запис у формулярі вертольота. Дозаправка відкритим способом повинна вестися через шовковий або батистову фільтр.

Заправка від наземної установки проводиться через всмоктуючої штуцер основної системи на бортовий панелі. Порожнини бака заповнюються до верхньої мітки на масляних стеклах.

Механізм управління фрикціоном важеля «КРОК-ГАЗ» встановлено в порожнині осі лівого важеля і складається з циліндра і поршня. При натисканні кнопки «фрикційних» спрацьовує електромагнітний кран ГА-192 і рідина надходить в циліндр. Під тиском рідини поршень переміщається, віджимає диск, який спирається на пружини, і фрикційні диски звільняються.

Гідроупор призначений для обмеження кута нахилу тарілки автомата перекосу на землі назад до $2^{\circ} \pm 12^{\circ}$ /. Гідроупор встановлений на стінці шпангоута 5н і складається з кронштейна, циліндра, букси і штока. Максимальний вихід штока 18 мм. При включеному гідроупоре для відхилення тарілки автомата перекосу назад більше 2° необхідно подолати додаткове навантаження 15 кгс.

Гідропідсилювачі КАУ-30Б призначені для сприйняття навантажень від

шарнірних моментів лопатей несучого гвинта діючих в системах управління вертольотом. Все гідропідсилювачі встановлені на шарікоподшипникових опорах, які закріплені на кронштейні ззаду головного редуктора. Кожен гідропідсилювач складається з двох частин: виконавчого вузла і розподільного вузла.

Розподільний вузол складається з корпусу, в якому встановлені:

- клапан перемикання (служить для перемикання харчування гідропідсилювача на дублюючу систему при відмові основної системи);
- розподільний золотник ручного управління з гідродемпфером (управляє подачею рідини в порожнині силового циліндра. Гідродемпфер запобігає резонансній коливання золотника);
- двухшариковий клапан кільцювання порожнин силового циліндра (при відсутності тиску в основний і дублюючої системах з'єднує через розподільний золотник ручного управління праву і ліву порожнини силового циліндра тобто забезпечує роботу гідропідсилювача в режимі «жорсткої тяги»);
- шток з поршнем комбінованого управління;
- стопорний пристрій штока комбінованого управління (після виключення автопілота фіксує корпус розподільного вузла щодо штока комбінованого управління в нейтральному положенні);
- клапан кільцювання порожнин циліндра комбінованого управління (при виключенні автопілота з'єднує порожнини циліндра комбінованого управління між собою, даючи можливість поворотного механізму встановити корпус в нейтральне положення щодо штока комбінованого управління);
- розподільний золотник автопілотні управління (управляє подачею рідини в порожнині циліндра комбінованого управління);
- поляризоване реле РЕП-8Т (перетворює сигнали автопілота в переміщення розподільного золотника автопілотні управління);
- потенциометрический датчик ИПБ-45-1 (використовується в якості датчика зворотного зв'язку при автопілотні управління).

Гідропідсилювачі можуть працювати в трьох режимах:

- в режимі ручного управління;
- в режимі комбінованого управління (від сигналів автопілота і від ручки управління. При роботі від сигналів автопілота шток гідропідсилювача може переміщатися в межах тільки 20% повного ходу, завдяки чому забезпечується безпека польоту в разі відмови автопілоту);
- в режимі «жорсткої тяги» (при відсутності тиску в основний і дублюючої гидросистемах).

Гідропідсилювач РА-60Б встановлений в дорожньому управлінні і призначений для сприйняття навантажень від шарнірних моментів рульового гвинта. Він відрізняється від гідропідсилювача КАУ-30Б наявністю механізму розмикання жорсткої зворотного зв'язку і механізму виключення електромагнітного гальма ЕМТ-2М колійного управління. Ці механізми вступають в роботу якщо для виконання сигналу автопілота потрібно хід штока більше 20%. При цьому гідропідсилювач працює в режимі «перегонки». При

роботі гідропідсилювача в цьому режимі будуть переміщатися педалі.

Механізм розмикання жорсткої зворотного зв'язку має пружинний упор, який дозволяє пересилити автопілот при роботі гідропідсилювача в режимі «перегонки», а то й станеться відключення каналу курсу автопілота при постановці ніг на педалі. Для того, щоб пересилити автопілот, необхідно до педалей докласти додаткове зусилля 15-20 кгс.