

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Загальні знання ПС: Планер та системи, аварійне обладнання»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

**272 Авіаційний транспорт
Аеронавігація**

за темою № 7. Повітряні і гідравлічні системи повітряних суден

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08.2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою
Кременчуцького льотного
коледжу Харківського
національного університету
внутрішніх справ
Протокол від 28.08.2023 № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 № 1

Розробник:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, викладач-спеціаліст Самохліб Олександр Олександрович

Рецензенти:

- 1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор Тамаргазін О.А.*
- 2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, к.т.н., с.н.с. Тягній В.Г.*

План лекції:

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

Основна література:

1. Бойко А.П., Мамлюк О.В., Терещенко Ю.М. «Конструкція літальних апаратів», К.: Вища освіта, 2010. – 383 с.
2. Кулик М.С., Тамаргазін О.А. Конструкція, міцність та надійність газотурбінних установок і компресорів. Київ: НАУ, 2012. 477 с.
3. Іноземцев А.А., Сандрацький В.Л. Газотурбінні двигуни. П.: ВАТ «Авіадвигун», 2011. 1024 с.

Допоміжна література:

4. Царенко А.О. Вертоліт Мі-2. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 227 с.
5. Царенко А.О. «Вертоліт Мі-8Т. Блок 3 Газотурбінний двигун. (Категорія В1.3): Конспект лекцій. Кременчук: КЛК НАУ, 2015. 250 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. <https://naurok.com.ua/uploads/files/2952962/285465.pdf>

Текст лекції

Призначення й характеристика повітряної системи

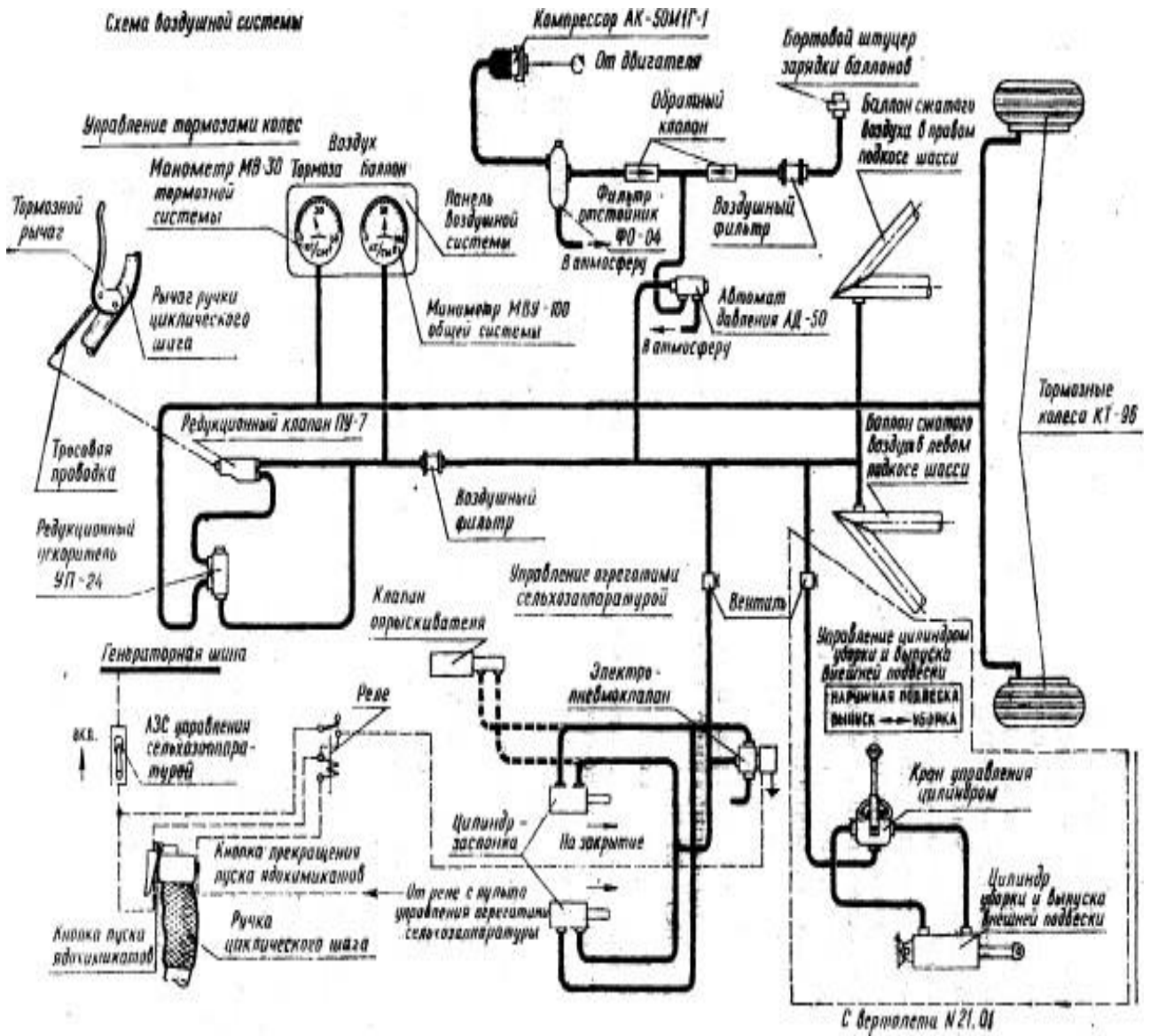
Повітряна система призначена:

1. Для керування гальмами коліс.
2. Для прибирання й випуску зовнішньої підвіски.
3. Для управління сільськогосподарською апаратурою.
4. Для запуску двигунів.
5. Для герметизація дверей і аварійних виходів.
6. Для наповнення аварійних балонет.

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

З балонів стиснене повітря проходить через фільтр і одночасно надходить до редукційного клапана ПУ-7 і до редукційного прискорювача УП-24. Гальмування коліс пілот здійснює натисканням на гашетку, що тросом у боуденовській оболонці з'єднується з редукційним клапаном ПУ-7. Залежно від ступеня натискання гашетки редукційний клапан ПУ-7 редукує тиск і спрямовує стиснене повітря в керуючу порожнину редукційного прискорювача УП-24, що спрацьовує й перепускає повітря з балонів у гальмівні циліндри коліс. При цьому тиск повітря, що надходить у 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 наявне у ній повітря виходить в атмосферу. Повітря з гальмових циліндрів при цьому також виходить в атмосферу через редуційний прискорювач.



Для гальмування коліс на стоянці гашетка в натиснутому положенні фіксується стопором, розташованим на ручці керування. Тиск повітря в гальмових циліндрах контролюється по манометру МВ-40, що встановлений під лівими зсувними дверима.

АГРЕГАТИ ПОВІТРЯНОЇ СИСТЕМИ

Балони. Як балони використовуються рами основних опор шасі. Зверху рама має штуцери для приєднання повітряної системи, а знизу - штуцери із пробками для зливу конденсату.

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

Фільтр-відстійник ФО-04 призначений для очищення повітря від водий мастила. Установлений на панелі повітряної системи на правому борті між шпангоутами №9Ф и 10Ф. Має зливний кран для зливу конденсату.

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

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

Бортовий зарядний штуцер призначений для приєднання аеродромного балона при зарядці повітряної системи. Установлений на правому борті між шпангоутами 9Ф и 10Ф.

Автомат тиску АД-50 призначене для автоматичного переключення 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 зі редукованим тиском у керуючу порожнину редукційного прискорювача УП-24. Ступінь редукування залежить від ступеня натискання гашетки пілотом. Максимальний тиск на виході з редукційного клапана –12 кгс/см². Установлено 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 із редукуванням тиску залежно від величини керуючого тиску, що надходить з редукційного клапана ПУ-7. Зміна керуючого тиску викликає пропорційну зміну тиску в гальмах. При цьому тиск повітря, що надходить у гальмові циліндри, приблизно в 2 рази вище керуючого тиску.

Манометри встановлені під лівими зсувними дверима. МВУ-100 вимірює тиск у балонах, а МВ-40 вимірює тиск у гальмових циліндрах коліс.

Призначення й характеристика гідравлічної системи

Гідравлічна система призначена для подачі робочої рідини до гідропідсилювачів системи керування, приводів прибирання й випуску шасі й іншим агрегатам. Схема розташування на вертольоті основних агрегатів гідросистеми показана на малюнку.

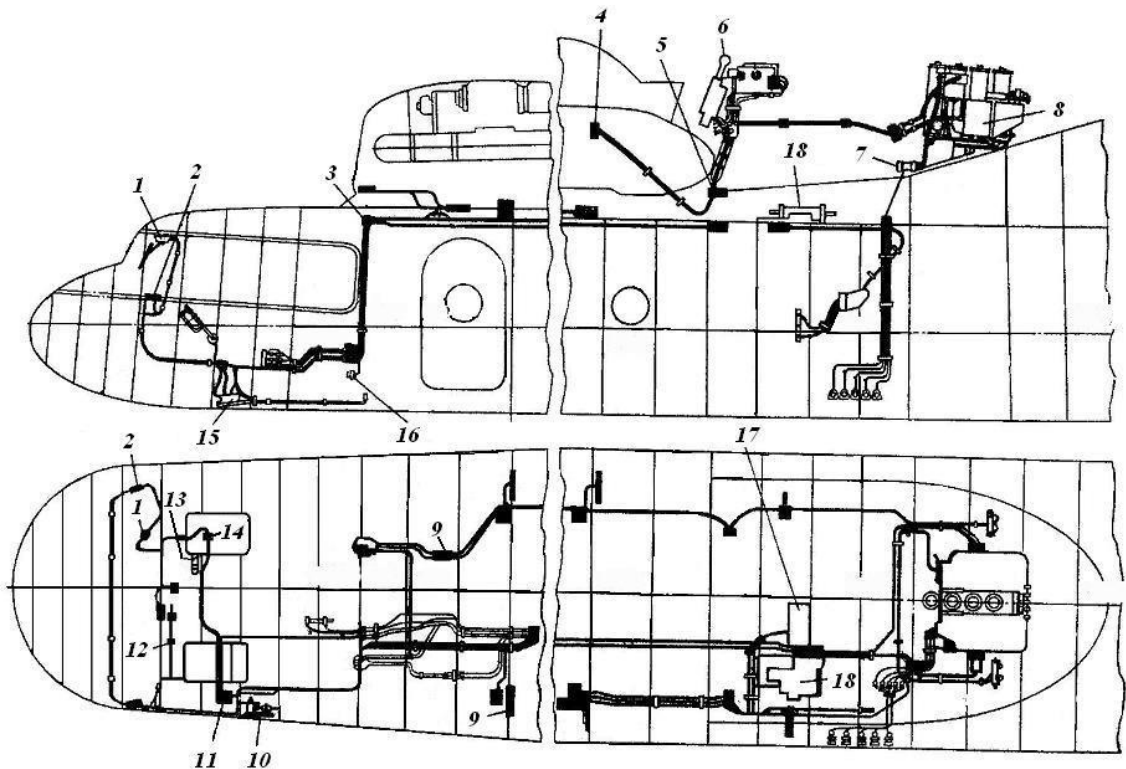
Гідравлічна система вертольота звичайно складається з:

- основної, що служить для живлення приводів, включених у систему керування;
- дублюючої, що забезпечує роботу приводів при відмові основної системи. Ця система є аварійною;
- допоміжної, призначеної для забезпечення роботи склоочисників,

фрикціонної рукоятки «Крок – Газ», циліндра замка зовнішньої підвіски вантажу, циліндра керування поворотними лопатками вентилятора, роботи гідродемпфера системи шляхового керування й ін.

Насоси основної, дублюючої і допоміжної систем звичайно розміщуються на приводах головного редуктора, що забезпечує нормальну роботу систем при відмові двигунів і переході вертольота на режим самообертання несучого гвинта. У кожену гідросистему входять: насос, гідроаккумулятор, автомат розвантаження насоса зі зворотним і запобіжним клапанами, фільтри тонкого очищення, електричний манометр, гідрокран з електромагнітним керуванням і інші агрегати.

Трубопроводи основної та дублюючої систем підведені до гідропідсилювачів, у кожний з яких входять два незалежних гідропідсилювачі, що мають загальний силовий шток і загальний циліндр, що складається із двох робочих камер, одна з яких живиться від основної гідросистеми, інша - від дублюючої. Таке дублювання дозволяє досягти високого рівня надійності системи керування.



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 - привід керування кроком несучого гвинта, 7 - шестерний насос, 8 - гідроблок, 9 - клапани для приєднання шлангів аеродромного гідроагрегата, 10 - панель із гідроагрегатами допоміжної системи, 11 - гідропанель управління гідропідсилювача, 12, 13 - гідромуфти керування поперечного, ножного, поздовжнього двигунами й загальним кроком несучого гвинта відповідно, 14 - електромагнітний кран, 15 - гідропідсилювач, 16 - ручний гідронасос, 17 -

панель із агрегатами управління кермовими приводами, 18 - кермовий привод шляхового керування.

Агрегати гідравлічної системи

У гідросистему вертольота входять: гідробак, два насоси НШ-39М, чотири зворотних клапани ОК-10А, два фільтри грубого очищення 269МФ, два автомати розвантаження насосів ГА-77У, три гідроаккумулятори, два датчики електричного манометра ДИМ-100, два електромагнітних крани ГА- 74М/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 дозатори ГА-172-00-2, чотири бортових клапани, циліндр керування фрикціоном важеля « КРОК-ГАЗ», гідроупор, чотири гідропідсилювачі.

Гідробак загальний для основної й дублюючої гідросистеми, зварної конструкції, складається з обичайки й двох днищ. Усередині бак розділений перегородкою на дві рівні частини. Бак має загальну заливну горловину й два мірних стекла.

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

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

Зворотний клапан призначений для пропущення рідини в одному напрямку й для запирання магістралі гідросистеми при зворотному потоці рідини.

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

Для підвищення надійності гідросистеми на вертольотах випуску з листопада 1984р. замість фільтрів грубого очищення 269МФ установлюються фільтри тонкого очищення 8Д2.966.017-2, які очищають рідину від часток розміром $12\text{-}16 \text{ мікронів}$. Фільтр 8Д2.966.017-2 складається з корпусу, що фільтрує елемента(нікелева сітка саржевого плетива), відсіченого клапана й пропускнуго клапана, пружина якого розрахована на перепад тиску більше $7\text{+}2 \text{ кгс/см}^2$

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

Автомат розвантаження насоса складається з корпусу, у якому

встановлені:

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

Гідроаккумулятор призначений для зменшення частоти й амплітуди коливань тиску рідини в системах, що виникають при роботі насосів і споживачів. В основній системі встановлено два гідроаккумулятори, а в дублюючій - один. Кожний акумулятор являє собою сталеву сферумісткістю $2,3 \text{ л}$, що розділена гумовою діафрагмою на дві порожнини - гідравлічну й газову. Зарядний тиск азоту в газовій порожнині $30\pm 2 \text{ кгс/см}^2$. При роботі насоса гідросистеми в робочому режимі акумулятор накопичує енергію за рахунок стиснення газу, а при роботі насоса на холостому режимі

- повертає енергію рідині. Тому ріст тиску рідини від 45 до 65 кгс/см^2 відбувається за 2 сек , а падіння тиску з 65 до 45 кгс/см^2 - за $10\text{--}12 \text{ с}$.

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

Електричний манометр ДИМ-100 призначений для дистанційного виміру тиску рідини в гідросистемі. Показники манометра основної й дублюючої гідросистем установлені на середній панелі електропульту в кабіні екіпажа.

Електромагнітний кран ГА-74М/5 призначений для управління подачею рідини до гідропідсилювачів (тобто для включення й вимикання гідросистеми). Кран складається з електромагніта й корпусу, у якому встановлені:

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

Управління кранами основної й дублюючої гідросистеми здійснюється двома вимикачами, які встановлені на середній панелі верхнього

електропульту. Вимикач дублюючої гідросистеми закритий ковпачком і зафіксований у положенні «ВКЛЮЧЕНЕ».

Автоматичний клапан ГА-59/1 призначений для автоматичного включення дублюючої системи на живлення гідропідсилювачів при падінні тиску в основній гідросистемі до $30\pm 5 \text{ кгс/см}^2$, а так само для відключення дублюючої системи при підвищенні тиску в основній системі вище $35\pm 5 \text{ кгс/см}^2$. Клапан складається із золотника, корпуси й пружини. Для запобігання вібрацій золотника в штуцері підведення рідини з основної системи вмонтований дросель.

Сигналізатор тиску МСТ-35А призначений для замикання електричного ланцюга із зеленим таблом при підвищенні тиску в основній системі вище 35

кгс/см².

Сигналізатор тиску МСТ-25А призначений для замикання електричного ланцюга із червоним таблом при підвищенні тиску в дублюючій системі вище 25 кгс/см². Обидва таблом встановлені на середній панелі електропульту.

Фільтр тонкого очищення ФГ-11БН призначений для очищення робочої рідини від часток з розміром більше 12-16 мікронів. Конструктивно він складається з корпусу, стакану й фільтруючого елемента (металевої сітки саржевого плетива).

Електромагнітний кран ГА-192/2 складається з корпусу, електромагніта, золотника й пружини. Усього в основній системі встановлено п'ять кранів:

- один керує подачею рідини для розгальмовування фрикціону важеля « КРОК-ГАЗ»(включається кнопкою фрикціон на важелі « крок-газ»);
- один керує подачею рідини в гідроупор системи поздовжнього керування вертольотом (включається після посадки вертольота кінцевими вимикачами на амортизаторах основних опор шасі).
- три крани управляють подачею рідини для переключення гідропідсилювачів на комбінований режим роботи (включаються тими ж кнопками, що й автопілот).

Дозатори ГА-172-00-02 встановлені: один у магістралі живлення циліндра розгальмовування фрикціону важеля « крок-газ» і другий - у магістралі живлення гідроупору. Дозатори запобігають витікання рідини з основної гідросистеми при порушенні герметичності цих магістралей. Мінімальний обсяг рідини при однократному спрацюванні дозатора понад

400 см³. Дозатор являє собою циліндричний корпус, усередині якого міститься упор з гільзою. Усередині гільзи змонтовані плаваючий клапан і золотник зі зворотною пружиною. Усередині золотника є зворотний клапан із пружиною.

Бортові клапани встановлені на лівому борті між шпангоутами № 12 і 13 центральної частини фюзеляжу. Вони призначені для приєднання наземної гідроустановки при заправленні й випробуванні гідросистеми.

Відповідно до бюлетеня №1042-3 від 2.09.80р. заправлення (дозаправлення) гідросистеми необхідно робити тільки закритим способом за допомогою наземної установки типу УПГ-250 і ін.

У виняткових випадках при експлуатації вертольота в польових умовах, дозволяється робити дозаправлення гідросистеми відкритим способом. Про кожний випадок дозаправлення відкритим способом необхідно робити запис у формулярі вертольота. Дозаправлення відкритим способом повинно вестися через шовковий або батистовий фільтр.

Заправлення від наземної установки провадиться через усмоктувальний штуцер основної системи на бортовій панелі. Порожнини бака заповнюються до верхньої мітки на масляних стеклах.

Механізм керування фрикціоном важеля « КРОК-ГАЗ» установлений у порожнині осі лівого важеля й складається із циліндра й поршня. При натисканні кнопки «ФРИКЦІОН» спрацьовує електромагнітний кран ГА-192 і

рідина надходить у циліндр. Під тиском рідини поршень переміщається, віджимає диск, що опирається на пружини, і фрикційні диски звільняються.

Гідроупор призначений для обмеження кута нахилу тарілки автомата перекосу на землі назад до $2^{\circ} \pm 12'$. Гідроупор установлений на стінці шпангоута №5Н и складається із кронштейна, циліндра, букси й штока. Максимальний вихід штока 18 мм. При включеному гідроупорі для відхилення тарілки автомата перекосу назад більше 2° необхідно перебороти додаткове навантаження 15 кгс.

Гідропідсилювачі КАУ-30Б призначені для сприйняття навантажень від шарнірних моментів лопат несучого гвинта діючих у системах керування вертольотом. Всі гідропідсилювачі встановлені на шарикопідшипникових опорах, які закріплені на кронштейні позад головного редуктора. Кожний гідропідсилювач складається із двох частин: виконавчого вузла й розподільного вузла.

Розподільний вузол складається з корпусу, у якому встановлені:

- клапан перемикання (служить для перемикання живлення гідропідсилювача на дублюючу систему при відмові основної системи);
- розподільний золотник ручного керування з гідродемпфером (управляє подачею рідини в порожнині силового циліндра. Гідродемпфер запобігає резонансним коливанням золотника);
- клапан кільцювання порожнин силового циліндра (при відсутності тиску в основній і дублюючій системах з'єднує через розподільний золотник ручного керування праву й ліву порожнини силового циліндра тобто забезпечує роботу гідропідсилювача в режимі «жорсткої тяги»);
- шток з поршнем комбінованого керування;
- стопорний пристрій штока комбінованого керування (після вимикання автопілота фіксує корпус розподільного вузла щодо штока комбінованого керування в нейтральному положенні);
- клапан кільцювання порожнин циліндра комбінованого керування (при вимиканні автопілота з'єднує порожнини циліндра комбінованого керування між собою, даючи можливість зворотному механізму встановити корпус у нейтральне положення щодо штока комбінованого керування);
- розподільний золотник автопілотного керування (управляє подачею рідини в порожнину циліндра комбінованого керування);
- поляризоване реле РЭП-8Т (перетворює сигнали автопілота впереміщення розподільного золотника автопілотного керування);
- потенціометричний датчик ИПБ-45-1 (використовується як датчик зворотного зв'язку при автопілотному керуванні).

Гідропідсилювачі можуть працювати в трьох режимах:

- у режимі ручного керування;
- у режимі комбінованого керування (від сигналів автопілота й від ручки керування. При роботі від сигналів автопілота шток гідропідсилювача може переміщатися в межах тільки 20% повного ходу, завдяки чому забезпечується безпека польоту у випадку відмови автопілота);

- у режимі «жорсткої тяги» (при відсутності тиску в основній і дублюючій гідросистемах).

Гідропідсилювач РА-60Б установлений у шляховому керуванні й призначений для сприйняття навантажень від шарнірних моментів кермового гвинта. Він відрізняється від гідропідсилювача КАУ-30Б наявністю механізму розмикання жорсткого зворотного зв'язку й механізму вимикання електромагнітного гальма ЭМТ-2М шляхового керування. Ці механізми вступають у роботу якщо для виконання сигналу автопілоту потрібен хід штока більше 20%. При цьому гідропідсилювач працює в режимі

«перегонки». При роботі гідропідсилювача в цьому режимі будуть переміщатися педалі.

Механізм розмикання жорсткого зворотного зв'язку має пружинний упор, що дозволяє пересилити автопілот при роботі гідропідсилювача в режимі «перегонки», якщо не відбудеться відключення каналу курсу автопілоту при постановці ніг на педалі. Для того, щоб пересилити автопілот, необхідно до педалей прикласти додаткове зусилля 15-20 кгс.