

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни

«Експлуатація повітряних суден: Конструкція і
експлуатація вертольоту Мі-8МТВ-1»
обов'язкових компонент освітньо-професійної
програми першого бакалаврського рівня вищої
освіти

272 Авіаційний транспорт
Аеронавігація

За темою № 8. Гідравлічна система

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:

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач, Гвоздік С.Д.

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. Загальні відомості
2. Основні дані гідросистеми
3. Агрегати гідросистеми
4. Експлуатація гідросистеми
5. Несправності гідросистеми

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Дерев'янка І. Г. «Конструкція і експлуатація вертольота Мі-8МТВ-1» Навчальний посібник. Кременчук: КЛК НАУ, 2019,-92с.
2. (<https://klk.univd.edu.ua/uk/dir/177/biblioteka>)
3. Керівництво з льотної експлуатації вертольоту Мі-8МТВ-1, Київ, 1994р.

Допоміжна література:

4. Данилов В. А. Вертолiт Мі-8МТВ. – Київ, 1995. – 295 с.
5. Дерев'янка І. Г. «Вертолiт Мі-8МТВ. Блок 1. Вертолiт та його системи. (категорiя В1.3). Конспект лекцiй», Кременчук: КЛК НАУ, 2015.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

6. http://www.twirpx.com/files/transport/aircrafting/reference_helicopter_operation/mi8_17/

Текст лекції

Загальні відомості

Гідравлічна система вертольота складається із двох автономних систем: основної і дублюючої.

Основна система призначена:

- для живлення чотирьох гідро підсилювачів, що входять у системи керування вертольотом;
- для живлення механізму розгальмування фрикціона важеля " КРОК-ГАЗ";
- для живлення гідро упору, встановленого в системі поздовжнього керування.

Дублююча система включається автоматично при відмові основної системи й живить гідро підсилювачі, що входять у системи керування вертольотом.

Джерелом тиску в основній і дублюючій гідросистемах є шестерні насоси постійної продуктивності із приводом від головного редуктора ВР-14.

Для заправлення й перевірки гідросистеми передбачені клапани приєднання аеродромної гідроустановки (ліворуч між шпангоутами №12 і 13 центральної частини фюзеляжу).

Більшість агрегатів гідросистеми змонтовані на спеціальній панелі й утворюють окремий гідро блок, що встановлений у редукторному відсіку.

Основні дані гідросистеми

Робоча рідина.....АМГ-10

Кількість рідини:

- загальне в гідросистемі.....22л
- у баку основної системи..... 10л
- у баку дублюючої системи..... 10л

Робочий тиск у системах:

- основна..... $45 \pm 3 - 65^{+8}_{-2}$ кгс/см²
- дублююча.....,..... $45 \pm 3 - 65^{+8}_{-2}$ кгс/см²

Тиск в основній гідросистемі, при якому відбувається переключення живлення гідро підсилювачів на дублюючу систему 30 ± 5 кгс/ см²

Початковий тиск азоту в гідроаккумуляторах 30 ± 2 кгс/ см²

Агрегати гідросистеми

У гідросистему вертольота входять: гідро бак, два насоси НШ-39М, чотири зворотних клапани ОК-10А, два фільтри тонкого очищення 8Д2.966.017-2, два автомати розвантаження насосів ГА-77В, три гідроаккумулятори, два датчики електричного манометра ДИМ-100, два електромагнітних крани 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, один дозатор ГА-172-00-2, чотири бортових клапани, циліндр керування фрикціоном важеля " КРОК-ГАЗ", гідро упор, чотири гідро підсилювачі.

Гідро бак загальний для основної й дублюючої гідросистеми, звареної конструкції, складається з обичайки й двох днищ. Усередині бак розділений перегородкою на дві рівні частини. Бак має спільну заливну горловину й два мірні 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 тонкого очищення 8Д2.966.017-2 очищає рідину від часток розміром 12-16 мікронів. Фільтр 8Д2.966.017-2 складається з корпусу, фільтруючого елементу (нікелева сітка саржевого плетива), відсіченого клапана й пропускного клапана, пружина якого розрахована на перепад тиску більше $7 \pm 2 \text{ кгс/см}^2$.

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

- командний золотник із пружиною, що має попереднє затягування 45 кгс/см²;
- розподільний золотник з фіксатором;
- виконавчий золотник із пружиною, натяг якої розраховано на тиск 7-10 кгс/см²;
- запобіжний золотник із пружиною й кульковим клапаном, пружина якого розрахована на тиск 78+10 кгс/см²
- зворотний кульковий клапан, що запобігає розрядці 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 на дублюючій - один. Кожний акумулятор являє собою сталеву сферу місткістю 2,3 л, що розділена гумовою діафрагмою на дві порожнини - гідравлічну й газову. Зарядний тиск азоту в газовій порожнині 30 ± 2 кгс/см². 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 ріст тиску рідини від 45 до 65 кгс/см² відбувається за 2с, а падіння тиску з 65 до 45 кгс/см² - за 10-12с.

Наприкінці кожного льотного дня, плавно працюючи ручкою циклічного кроку, необхідно розрядити гідроаккумулятори від рідини й 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. Показчики манометра основної й дублюючої гідросистем установлені на середній панелі електропульту в кабіні екіпажа.

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

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

Керування кранами основної й дублюючої гідросистеми здійснюється двома вимикачами, які встановлені на середній панелі верхнього електропульту. Вимикач дублюючої гідросистеми закритий ковпачком і законтрений у положенні "ВКЛЮЧЕНО".

Автоматичний клапан ГА-59/1 призначений для автоматичного включення дублюючої системи на живлення гідропідсилювачів при падінні тиску в основній гідросистемі до 30 ± 5 кгс/см² , а так само для відключення дублюючої системи при підвищенні тиску в основній системі вище

35±5 кгс/см². Клапан складається із золотника, корпусу й пружини. Для запобігання вібрацій золотника в штуцері підведення рідини з основної системи вмонтований дросель.

Сигналізатор тиску МСТ-35А призначений для замикання електричного кола із зеленим таблом при підвищенні тиску в основній системі вище 35 кгс/см².

Сигналізатор тиску МСТ-25А призначений для замикання електричного кола із червоним таблом при підвищенні тиску в дублюючій системі вище 25 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, стакана 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 управляє подачею рідини для розгальмовування 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 крани управляють подачею рідини для переключення гідропідсилювачів на комбінований режим роботи (включаються тими ж кнопками, що й автопілот).

Дозатор ГА-172-00-02 установлений у магістралі живлення циліндра розгальмовування фрикціона важеля " КРОК-ГАЗ". Він запобігає витіканню рідини з основної гідросистеми при порушенні герметичності цієї магістралі. Мінімальний обсяг рідини, що проходить, при однократному спрацьовуванні дозатора 400 см³. Дозатор являє собою циліндричний корпус, усередині якого міститься упор з гільзою. Усередині гільзи змонтовані плаваючий клапан і золотник з пружиною. У середині золотника є зворотний клапан із пружиною.

Бортові клапани встановлені на лівому борті між шпангоутами номер 12 і 13 центральної частини фюзеляжу. Вони призначені для приєднання наземної гідроустановки при заправленні й випробуванні гідросистеми.

У магістралях подачі рідини з бака до бортових клапанів можуть бути встановлені механічні крани, які запобігають витіканню рідини з бака при порушенні герметичності цих магістралей. Крани розміщені у відсіку головного редуктора. Нормальне положення кранів - "ЗАКРИТЕ". Відкриваються крани тільки після підключення шлангів наземної гідроустановки до бортових клапанів. Після перевірки роботи гідросистеми

від наземної установки крани варто закрити перед від'єднанням шлангів наземної установки від бортових штуцерів.

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

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 повинна вестися через шовковий або батистовий фільтр.

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.

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

Гідро підсилювачі КАУ-30Б призначені для сприйняття навантажень від шарнірних моментів лопатей несучого гвинта діючих у системах керування вертольотом. Всі гідро підсилювачі встановлені на шарикопідшипникових опорах, які закріплені на кронштейні позад головного редуктора. Кожний гідро підсилювач 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 гідро демпфером (управляє подачею рідини в порожнині силового циліндра. Гідро демпфер запобігає резонансним коливанням золотника);
- кульковий 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 гідро підсилювача в режимі "жорсткої тяги");
- шток з поршнем комбінованого керування;
- стопорний пристрій штока комбінованого керування (після вимикання автопілоту фіксує корпус розподільного вузла щодо штока комбінованого керування в нейтральному положенні);

- клапан кільцювання порожнини циліндра комбінованого керування (при вимиканні автопілоту з'єднує порожнини циліндра комбінованого керування між собою, даючи можливість зворотному механізму встановити корпус у нейтральне положення щодо штока комбінованого керування);
- розподільний золотник авто пілотного керування (управляє подачею рідини в порожнину циліндра комбінованого керування);
- поляризоване реле РЭП-8Т (перетворює сигнали автопілоту в переміщення розподільного золотника авто пілотного керування);
- потенціометричний датчик ИПБ-45-1 (використовується як датчик зворотного зв'язку при авто пілотному керуванні).

Гідро підсилювачі можуть працювати в трьох режимах:

- у режимі ручного керування;
- у режимі комбінованого керування (від сигналів автопілоту й від ручки керування. При роботі від сигналів автопілоту шток гідропідсилювача може переміщатися в межах тільки 20% повного ходу, завдяки чому забезпечується безпека польоту у випадку відмови автопілоту);
- у режимі "жорсткої тяги" (при відсутності тиску в основній і дублюючій гідросистемах).

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

Основні технічні дані гідро підсилювачів.

Робочий тиск.....	45 - 65 кгс/см ²
Робочий хід штока силового циліндра.....	70 мм
Зусилля, що розвивається, на штоку силового циліндра.	1700 кгс
Хід розподільного золотника	1,2 мм

Експлуатація гідросистеми

Під час контрольного огляду вертольота необхідно:

1. Перевірити герметичність гідросистеми.

2. Перевірити рівень масла АМГ-10 у баках гідросистеми. Нормальне заправлення в кожному баку 10 л (рівень масла повинен бути між верхнім і нижнім ризиками на масло мірному склі).

Під час контрольної перевірки перед запуском двигунів необхідно:

1. Включити АЗС основної й дублюючої гідросистем.
2. Переконавшись, що вимикачі гідросистем перебувають у положенні "ВКЛ". Вимикач дублюючої гідросистеми закритий запобіжним ковпачком і опломбований. Зривати пломбування із запобіжного ковпачка вимикача дублюючої системи й установлювати його в положення "ВЫКЛ" забороняється.

У процесі запуску двигунів при включених вимикачах основної й дублюючої гідросистем можливий вступ у роботу не основної а дублюючої гідросистеми. У цьому випадку загоряється світлосигнальне табло червоного кольору "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА". Перед перевіркою справності гідросистеми необхідно перейти на основну гідросистему, для чого нажати кнопку "ОТКЛ. ДУБЛИР. СИСТ." на середній панелі електропульту пілотів і втримувати неї доти, поки не загориться світлосигнальне табло зеленого кольору "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА" і згасне світлосигнальне табло червоного кольору "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА".

У процесі прогріву силової установки необхідно:

1. Звернути увагу на частоту переміщення стрілки показчика манометра основної гідросистеми з 42 до 73 кгс/см² і назад. Якщо наростання й падіння тиску в основній гідросистемі відбувається практично миттєво, то це буде свідчити про розрядку гідроаккумуляторів. У цьому випадку необхідно виключити двигуни й перевірити тиск азоту в обох гідроаккумуляторах основою гідросистеми.
2. По черзі відхиляючи не більше ніж на 1/3 від повного ходу ручку керування, педалі й важіль "КРОК-ГАЗ", переконається в плавності (без ривків і заїдань) відхилення органів керування.
3. Переконавшись, що при русі органів керування тиск в основній гідросистемі змінюється в межах 42 - 73 кгс/см², а тиск у дублюючій системі відсутній (по манометрі близько 5 кгс/см²), горить зелене світлосигнальне табло "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА".
4. Виключити на 2-3 хв. вимикач основної гідросистеми й переконавшись, що загоряється червоне світлосигнальне табло "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА" і гасне зелене світлосигнальне табло "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА"; тиск у дублюючій гідросистемі при відхиленні командних важелів змінюється в межах 42 - 73 кгс/см²; тиск в основній гідросистемі зберігається в межах 42 - 73 кгс/см².
5. Включити вимикач основної гідросистеми й переконавшись, що загоряється зелене світлосигнальне табло "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА",

тиск в основній гідросистемі змінюється в межах 42 - 73 кгс/см², червоне світлосигнальне табло "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА" гасне й тиск у дублюючій гідросистемі падає до 5 кгс/см².

На вертольотах з доробленої електросхемою гідросистеми для переходу на основну гідросистему після включення вимикача основної гідросистеми необхідно натиснути кнопку "ОТКЛ. ДУБЛ. СИСТ." на середній панелі електропульту пілотів і втримувати її доти, поки не загориться світлосигнальне табло зеленого кольору "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА" і згасне світлосигнальне табло червоного кольору "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА".

Несправності гідросистеми

1. Відмова основної гідросистеми.

Ознаки відмови:

- падіння тиску в основній гідросистемі нижче 30 ± 5 кгс/см²;
- горить червоне табло "ДУБЛИР. ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА".

Дії екіпажа:

- переконатися, що тиск у дублюючій гідросистемі 42 - 73 кгс/см²;
- виключити вимикач основної гідросистеми;
- виконання завдання припинити, підібрати площадку й зробити посадку.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ: При включенні в роботу дублюючої гідросистеми автопілот, гідроупор і система розгальмовування фрикціонного важеля " КРОК-ГАЗ" відключаються. У цьому випадку для створення оптимальних зусиль, необхідних для переміщення важеля " КРОК-ГАЗ", варто підібрати певне затягування фрикціонного важеля " КРОК-ГАЗ".

2. Розгерметизація газової порожнини одного з гідроаккумуляторів основної гідросистеми.

Ознаки відмови:

- збільшення частоти відхилення стрілки показчика манометра приблизно у два рази в порівнянні з нормальними умовами роботи основної гідросистеми.

Дії екіпажа:

- виключити автопілот;
- продовжити виконання польотного завдання;
- у пункті посадки усунути порушення герметичності газової порожнини гідроаккумулятора.

3. Розгерметизація газових порожнин обох гідроаккумуляторів основної гідросистеми.

Ознаки відмови:

- різке збільшення частоти відхилення стрілки показчика манометра основної гідросистеми.

Дії екіпажа:

- виключити вимикач основної гідросистеми;
- виконання завдання припинити, підібрати площадку й зробити посадку.

4. Автоколивання золотника автопілота гідропідсилювача.

Ознаки відмови:

- високочастотна вібрація командних важелів керування.

Дії екіпажа:

- виключити автопілот;
- виконання завдання припинити, підібрати площадку й зробити посадку.

5. Заїдання золотників гідропідсилювачів.

Ознаки відмови:

- заклинювання систем керування при нормальному тиску в основній гідросистемі.
- горить зелене табло "ОСНОВНА ГИДРОСИС. ВКЛЮЧЕНА".

Дії екіпажа:

- відключити автопілот;
- натиснути кнопку "ТРИММЕР" і переконатися у відсутності заїдання в пружинних механізмах завантаження;
- виключити вимикач основної гідросистеми й перейти на роботу від дублюючої гідросистеми.
- виконання завдання припинити, підібрати площадку й зробити посадку.