

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

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

з навчальної дисципліни
«Конструкція і експлуатація вертольоту Мі-2»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

за темою № 10 - Трансмісія

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 №1

Розробник:

1. Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Дерев'янка Іван Григорович

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. Головний редуктор.
3. Проміжний редуктор.
4. Хвостовий редуктор.
5. Головні вали.
6. Хвостові вали.
7. Гальмо несучого гвинта.

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Дерев'янка І. Г. «Конструкція і експлуатація вертолета Мі-2»
Навчальний посібник. Кременчук: КЛК НАУ, 2019,-91с.
2. Керівництво з льотної експлуатації вертольоту Мі-2, Редіздат, М., 1983р.

Допоміжна література:

3. Дерев'янка І. Г. «Вертолiт Мі-2. Блок 1. Вертолiт та його системи.
(категорiя В1.3). Конспект лекцiй», Кременчук: КЛК НАУ, 2015.
4. Романчук В. Н. , Красильников В.В. "Вертолiт Мі-2", Транспорт, М,
1972 - 238 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

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

Текст лекції

10.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Трансмісія вертольота являє собою сукупність агрегатів, які призначені для передачі крутного моменту від двигунів несучому й кермовому гвинтам і до допоміжних агрегатів.

Трансмісія вертольота Мі-2 включає наступні агрегати:

- головний редуктор ВР-2;
- проміжний редуктор;
- хвостовий редуктор;
- два головних вали;
- хвостовий вал;
- гальмо несучого гвинта.

10.2. ГОЛОВНИЙ РЕДУКТОР

Головний редуктор підсумовує потужність двигунів і передає крутний момент на вал несучого гвинта й приводи хвостового вала, вентилятора, повітряного компресора, генератора змінного струму й гідронасоса, забезпечуючи їхні оптимальні частоти обертання.

Головний редуктор складається з корпусу, механізму й маслосистеми.

10.2.1. Основні дані головного редуктора

Частота обертання:

- головних валів 5904 об/хв.
- вала несучого гвинта..... 247 об/хв.
- хвостового вала 2468 об/хв.
- вала вентилятора 8000 об/хв.

Передаточне відношення:

- до привода Н.Г 0,0418
- до привода хвостового вала 0,418
- до привода вентилятора..... 1,35

Застосовуване масло суміш мастил СМ-9.

Кількість масла (без урахування заповнення системи) 10л

Заміна масла через 300 ± 20 годин наробітку, але не рідше 1 разу на рік.

Тиск масла на вході в редуктор:

- на малому газі не менше $1,2 \text{ кгс/см}^2$
- на режимах вище малого газу $2-8 \text{ кгс/см}^2$

Температура масла на вході в редуктор:

- мінімальна для запуску без підігріву - 10°C
- мінімальна для виходу на режими вище м.г. + 5°C
- мінімальна для тривалої роботи + 30°C
- що рекомендується $30-80^\circ\text{C}$
- максимальна 90°C

Витрата масла не більше $0,1 \text{ кг/ч}$

Продуктивність маслонасоса 35 л/хв.

Маса редуктора 300 кг.

10.2.2. Кріплення головного редуктора

Головний редуктор кріпиться за допомогою 20 болтів до підредукторної плити, що двома болтами кріпиться до шпангоута № 4Ф и двома болтами до шпангоута № 6Ф.

Встановлюється редуктор з нахилом вала Н.Г. уперед під кутом $4^\circ 13'$.

10.2.3. Корпус редуктора

Корпус редуктора відлитий з магнієвого сплаву МЛ-5 і складається з корпуса вала несучого гвинта, основи й масловідстійника, які з'єднуються між собою шпильками.

На корпусі вала несучого гвинта змонтовані:

- автомат перекосу;
- гальмо несучого гвинта;

- кронштейн гідропідсилювачів;
- вентилятор;
- повітряний компресор АК-50П-10;
- датчик тахометра;
- датчик тиску масла;
- суфлер.

На основі кріпляться:

- дві муфти вільного ходу;
- генератор змінного струму;
- гідроблок ГБ-1;
- привод хвостового вала;
- заливна горловина й масломірне скло;
- маслофільтр;
- трубопровід відводу масла в радіатор;
- трубопровід підведення масла з радіатора.

На масловідстойнику встановлені магнітна пробка й датчик температури масла.

10.2.4. Механізм редуктора

Механізм редуктора триступінчастий.

Перший ступінь складається із двох пар конічних зубчастих коліс.

Другий ступінь складається із двох пар циліндричних зубчастих коліс.

Третій ступінь складається із двох ведучих і одного веденого циліндричних зубчастих коліс.

Механізм редуктора має дві муфти вільного ходу, які призначені для передачі крутного моменту від двигунів до головного редуктора й для автоматичного від'єднання двигуна від головного редуктора у випадку відмови двигуна. Це створює сприятливі умови для продовження польоту при одному працюючому двигуні, а також для посадки на режимі самообертання Н.Г. при відмові обох двигунів.

Муфта вільного ходу складається із ведучої зірочки, веденої обойми, сепаратора з роликами й спіральною пружиною, що забезпечує безударне включення муфти при запуску двигуна.

10.2.5. Маслосистема головного редуктора

Головний редуктор має незалежну від двигунів маслосистему циркуляційного типу, що містить у собі наступні агрегати:

- нагнітаючий маслонасос;
- відкачуючий маслонасос;
- маслофільтр;
- маслорадіатор;
- магнітна пробка.

Нагнітаючий і відкачуючий маслонасоси, однакові по конструкції, шестерного типу. Забірник масла нагнітаючого насоса розташований нижче забірника відкачуючого насоса. Це забезпечує змащення механізму редуктора при руйнуванні маслорадіатора. Маслофільтр складається із сітчастого фільтруючого елемента, пропускнуго клапана, що пропускає масло на змащення механізму редуктора при засмічуванні фільтра, і запобіжного клапана, що відкривається й перепускає масло на вхід маслонасоса при підвищенні тиску до 8 кгс/см^2 .

Повітряно-масляний радіатор призначений для охолодження вихідного з редуктора масла. Він виготовлений з алюмінієвого сплаву й установлений на дифузори вентилятора. Радіатор складається з корпусу, трубок-стілників і терморегулятора. Гаряче масло, циркулюючи по плоских трубках радіатора, віддає своє тепло повітрю, що протікає між трубками. Терморегулятор призначений для перепуску холодного масла, минаючи охолоджувальні стільники, а також для запобігання руйнування стільників при низьких температурах масла. Терморегулятор має термочутливий елемент і забезпечує прохід частини масла минаючи стільники радіатора, якщо його температура на виході з радіатора нижче $65 \pm 5^\circ\text{C}$. Терморегулятор одночасно служить запобіжним клапаном: при перепаді тиску в радіаторі більше 2 кгс/см^2 масло перепускається в головний редуктор, минаючи стільники радіатора незалежно від температури масла.

Магнітна пробка призначена для перевірки відсутності металевих часток у маслосистемі.

10.2.6. Експлуатація головного редуктора

Під час огляду вертольота перед польотом необхідно:

1. Переконатися, що немає механічних ушкоджень на редукторі.
2. Переконатися, що немає течі й механічних ушкоджень у маслосистемі редуктора.
3. Перевірити заправлення маслосистеми редуктора й при необхідності дати вказівку техніку зробити дозаправлення.
4. Перевірити закриття й контровку заливної горловини й магнітної пробки.

При підготовці до запуску, якщо температура масла нижче мінус 10°C необхідно прогріти головний редуктор гарячим повітрям до температури масла +5 °C, але не менше чим протягом 20 хв.

У процесі запуску двигунів необхідно стежити за наростанням тиску масла в головному редукторі, що до кінця запуску повинне бути не менш 1,2 кг/см². Якщо тиск у редукторі наприкінці запуску не досягло 1,2 кг/см² - двигун необхідно виключити.

Під час прогріву двигунів і головного редуктора на режимі малого газу необхідно перевірити тиск і температуру масла в редукторі +5°C. Час прогріву повинне бути не менш 1 хв.

При прогріві редуктора при низьких температурах зовнішнього повітря можуть бути короточасні коливання тиску масла, а також підвищення тиску масла більше 8 кг/см², які зникають при досягненні температури масла в редукторі 45-50 °C.

У польоті необхідно контролювати тиск і температуру масла в головному редукторі.

Якщо в польоті тиск масла в редукторі впало нижче 2кг/см², необхідно негайно перейти на планування з малою потужністю й зробити посадку на обрану площадку.

При несправностях головного редуктора, що супроводжуються появою незвичних шумів і тряски вертольота, а також падінням тиску масла й швидким ростом температури масла, необхідно:

- негайно перейти на планування з малою потужністю двигунів;
- вибрати площадку й зробити захід на посадку по можливості проти вітру;
- виконати посадку залежно від умов із пробігом або без пробігу.

10.3. ПРОМІЖНИЙ РЕДУКТОР

Проміжний редуктор призначений для зміни напрямку осі хвостового вала трансмісії на 30° відповідно до вигину хвостової балки.

10.3.1. ОСНОВНІ ДАНІ ПРОМІЖНОГО РЕДУКТОРА.

Передаточне число 1:1

Застосовуване масло:

- улітку при температурі зовнішнього повітря вище +5°C
и при короткочасному (до 10діб) зниженні до -15°C.....ТС гіп.
- всесезонно СМ-9 або «50/50»

Кількість масла 0,4 л.

Заміна масла через 750±20 годин наробітку, але не рідше 1 раз у два роки

Маса редуктора..... 12,4 кг.

10.3.2. КОНСТРУКЦІЯ ПРОМІЖНОГО РЕДУКТОРА.

Проміжний редуктор складається з наступних елементів:

- картера;
- стакана із ведучим зубчастим колесом;
- стакана з веденим зубчастим колесом.

Картер проміжного редуктора є силовим елементом, що з'єднує хвостову й кінцеву балки. Він відлитий з магнієвого сплаву МЛ-5 і має отвори для установки суфлера, масломірного скла й зливної пробки. До картера кріпитися кронштейн із роликами тросів керування кермовим гвинтом.

Стакани із провідними й веденим зубчастими колесами кріпляться на шпильках у розточеннях картера. У кожному стакані на дворядному кульковому й роликовому підшипниках установлені ведучі й ведені зубчасті колеса, які виготовлені разом з валом. Щоб уникнути течі масла з редуктора уздовж валів, їхні виводи захищені подвійними лабіринтовими ущільненнями з маслостійною різьбою.

Система змащення редуктора - барботажна. Розбризкування масла здійснюється ведучим зубчастим колесом, частково зануреним у масло.

10.3.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ПРОМІЖНОГО РЕДУКТОРА

Під час огляду вертольота необхідно перевірити:

1. Відсутність течі масла з редуктора.
2. Рівень масла в редукторі (по мірному склу).
3. Стан контровки на зливній пробці.
4. Відсутність тріщин на корпусі редуктора.

10.4. ХВОСТОВИЙ РЕДУКТОР

Хвостовий редуктор призначений для передачі крутного моменту на вал кермового гвинта.

10.4.1. ОСНОВНІ ДАНІ ХВОСТОВОГО РЕДУКТОРА

Передатне відношення..... 0,586;

Частота обертання:

- ведучого вала..... 2468 об/хв;
- вала кермового гвинта 1445 об/хв;

Застосовуване масло:

- улітку при температурі зовнішнього повітря вище +5°C
и при короткочасному (до 10 доби) зниженні до -15°C. TC гіп.
- всесезонно CM-9 або «50/50»

Кількість масла 0,65 л.

Заміна масла через 750±20 годин наробітку, але не рідше 1 рази у два роки

Маса редуктора..... 17 кг.

10.4.2. КОНСТРУКЦІЯ ХВОСТОВОГО РЕДУКТОРА

Хвостовий редуктор складається з наступних елементів:

- корпус редуктора;
- вузол ведучого зубчастого колеса;
- вузол веденого зубчастого колеса.

Корпус редуктора відлитий з магнієвого сплаву МЛ-5 і складається з картера й горловини. Картер має фланець для кріплення редуктора до

шпангоута №4 кінцеві балки й отвору для установки маслomorphicної лінійки й для зливу масла. Ліворуч у розточенні картера змонтований гвинтовий механізм керування кроком кермового гвинта. Горловина має кришку, на якій монтується струмознімач протильодової системи кермового гвинта.

Вузол ведучого зубчастого колеса змонтований у сталевому стакані, що шпильками кріпиться в розточенні картера. Ведучий вал з посадженим на шліцах зубчастим колесом, обертається на двох підшипниках: роликовому й дворядному кульковому.

Вузол веденого зубчастого колеса змонтований у горловині корпусу. Вал кермового гвинта обертається на двох кулькових підшипниках і має фланець для кріплення кермового гвинта.

Система змащення хвостового редуктора барботажна. Суфлювання редуктора здійснюється через внутрішню порожнину вала кермового гвинта.

10.4.3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ХВОСТОВОГО РЕДУКТОРА.

Під час огляду вертольота необхідно перевірити:

1. Відсутність течі масла з редуктора.
2. Стан контровки на зливній пробці.
3. Відсутність тріщин на корпусі редуктора.

10.5. ГОЛОВНІ ВАЛИ

Головні вали призначені для передачі крутного моменту від двигунів до головного редуктора.

Кожен головний вал складається зі сталеві труби, на кінцях якої конусними болтами закріплені кардани. Передній кардан має шліцеву втулку, що вільно встановлюється на вхідний вал двигуна. Задній кардан має фланець, що болтами кріпиться до фланця ведучого вала муфти вільного ходу.

Для запобігання перегріву передні кардани охолоджуються холодним повітрям яке надходить від вентилятора.

Підшипники карданів змазуються маслом для гіпоїдних передач, а шліцеві з'єднання мастилом НК-50.

10.6. ХВОСТОВИЙ ВАЛ

Хвостовий вал призначений для передачі крутного моменту від головного редуктора до хвостового редуктора.

Хвостовий вал складається з 8 сталевих труб. Сім труб проходять над хвостовою балкою й одна - усередині кінцевої балки.

Для компенсації можливих перекосів, що виникають при монтажі й деформаціях фюзеляжу, труби 1, 2, 7 мають карданні шарніри. Підшипники карданів змазуються маслом для гіпоїдних передач.

Для компенсації температурних розширень хвостового вала й фюзеляжу вал має три рухливих шліцевих з'єднання, які змазуються мастилом НК-50.

Хвостовий вал установлений на 6 шарикопідшипниках закритого типу.

Шарикопідшипники змонтовані в опорах фюзеляжу на гумових обоймах. Для контролю за скручуванням вала зовні на трубах нанесена поздовжня червона лінія.

10.7. ГАЛЬМО НЕСУЧОГО ГВИНТА

Призначений для загальмування трансмісії при стоянці вертольота.

Гальмо несучого гвинта колодкового типу з механічним керуванням складається з наступних елементів:

- барабана;
- корпуса гальма;
- двох гальмових колодок.

Барабан гальма закріплений на фланці привода головного редуктора й обертається разом з ним. Корпус гальма кріпиться на шпильках до корпуса головного редуктора. Гальмові колодки шарнірно встановлені на корпусі й стягнуті зворотною пружиною. Для регулювання зазору між колодками й барабаном у межах 0,2-0,3 мм передбачені два регульованих гвинти.