

**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-8МТВ-1»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого(бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

за темою № 7 - Системи керування вертольотом

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. Автомат перекосу
3. Система поздовжньо-поперечного керування
4. Система шляхового керування
5. Система об'єднаного керування загальним кроком несучого гвинта і двигунами
6. Система перенастроювання регуляторів частоти обертання вільних турбіндвигунів
7. Система керування зупинкою двигуна
8. Система керування гальмом несучого гвинта
9. Експлуатація систем керування

Рекомендована література:**Основна література:**

1. Дерев'янка І. Г. «Конструкція і експлуатація вертолета Мі-8МТВ-1» Навчальний посібник. Кременчук: КЛК НАУ, 2019, -92с.
2. Керівництво з льотної експлуатації вертольоту Мі-8МТВ-1, Повітряний транспорт, М., 1994р.

Допоміжна література:

3. Данилов В. А. Вертолiт Мі-8МТВ. – М.: Транспорт, 1995. – 295 с.
4. 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

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

Текст лекції

7.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Керування вертольотом у просторі здійснюється зміною величини й напрямку аеродинамічної сили несучого гвинта, а також зміною величини сили тяги кермового гвинта.

Зміна величини аеродинамічної сили несучого гвинта забезпечує вертикальне керування вертольотом і здійснюється зміною загального кроку несучого гвинта й потужності двигуна за допомогою важеля " крок-газ".

Зміна напрямку аеродинамічної сили несучого гвинта забезпечує поздовжнє й поперечне керування вертольотом і здійснюється шляхом циклічної зміни кутів установки лопатей несучого гвинта за допомогою ручки циклічного кроку.

Зміна величини сили тяги кермового гвинта забезпечує шляхове керування вертольотом і здійснюється зміною загального кроку кермового гвинта за допомогою педалей.

Керування вертольотом здійснюється за допомогою наступних систем:

- системи об'єднаного керування загальним кроком НГ і двигунами;
- системи повздошно-поперечного керування;
- системи шляхового керування.

Крім цього для управління агрегатами вертольота використовуються наступні системи:

- система керування останком двигунів;
- система керування гальмом несучого гвинта.

Для зменшення зусиль на командних важелях у системах поздовжнього, поперечного, шляхового керування а також у керуванні загальним кроком несучого гвинта установлені необоротні гідропідсилювачі, які мають електричний автопілотний вхід.

Для створення почуття управління в системах поздовжнього, поперечного й шляхового керування встановлені пружинні завантажувальні механізми.

На сталих режимах польоту зусилля від завантажувальних механізмів знімаються за допомогою електромагнітних гальм ЭМТ-2М.

У системі шляхового керування встановлена система рухомого упору управління СПУУ-52, що автоматично обмежує максимальний кут установки лопатей кермового гвинта залежно від тиску й температури навколишнього середовища. Таким чином, трансмісія вертольота охороняється від перевантажень при високій щільності повітря й забезпечується достатній запас шляхового керування при низькій щільності повітря.

Основні системи керування вертольотом напівавтоматичні, подвійні.

7.2. АВТОМАТ ПЕРЕКОСУ

Автомат перекоосу це механізм керування, що призначений для зміни величини й напрямку аеродинамічної сили несучого гвинта.

Величина аеродинамічної сили несучого гвинта змінюється за рахунок зміни загального кроку лопатей несучого гвинта.

Напрямок аеродинамічної сили несучого гвинта змінюється за рахунок циклічної зміни кутів установки лопатей несучого гвинта.

Автомат перекоосу включає наступні основні елементи:

- напрямна повзуна;
- повзун;
- кронштейн повзуна;
- кардан;
- тарілка автомата перекоосу;
- повідець;
- качалка поздовжнього керування;
- качалка поперечного керування;
- важіль загального кроку.

Напрямна повзуна являє собою сталевий циліндр із фланцем для кріплення до корпусу головного редуктора.

Повзун виконаний у вигляді сталевго циліндра, усередині якого закріплені дві бронзові втулки. Зовні повзун має фланець для кріплення кронштейна.

Кронштейн повзуна попереду має два припливи для монтажу осі качалки поперечного керування й вала качалки поздовжнього керування. Позаду до кронштейна кріпиться важіль керування загальним кроком.

Кардан являє собою два сталевих кільця, шарнірно з'єднаних між собою й з повзуном. Зовнішнє кільце кардана має два пальці, які з'єднуються тягами з качалками поздовжнього й поперечного керування. Ці пальці зміщені щодо поздовжньої й поперечної осей вертольота на кут 21° проти обертання несучого гвинта, що забезпечує незалежність поздовжнього й поперечного керування.

Тарілка автомата перекоосу встановлена на зовнішнім кільці кардана на дворядному радіально-упорному шарикопідшипнику. Регульованими вертикальними тягами тарілка з'єднується з важелями повороту лопат втулки несучого гвинта.

Повідець передає обертання від корпусу втулки до тарілки автомата перекоосу.

Качалки поздовжнього й поперечного керування монтуються на кронштейні повзуна. Вони мають постійні упори, що обмежують їхній поворот, і шкали з ноніусами, що забезпечують замір нахилу тарілки автомата перекоосу.

Важіль керування загальним кроком несучого гвинта являють собою дві сталеві несиметричні щоки, з'єднані між собою болтом з розпівкою.

7.2.1. ОСНОВНІ ДАНІ АВТОМАТА ПЕРЕКОСУ

7.2.2. Повний хід повзуна..... $49,5 \pm 1$ мм

Нахил тарілки автомата перекоосу при нейтральному положенні ручки керування:

- уперед..... 2°
- уліво..... $0^\circ 30'$

Нахил тарілки автомата перекоосу при крайніх положеннях ручки керування:

- уперед..... $7^\circ 30'$
- назад 5°
- уліво..... $4^\circ 12'$
- вправо..... 4°

Максимальний нахил тарілки автомата перекоосу назад при включеному гідропорі..... 2°

7.3. СИСТЕМА ПОВЗДОШНО-ПОПЕРЕЧНОГО КЕРУВАННЯ

Система повздошно-поперечного керування складається з наступних вузлів:

- лівої й правої колонок керування;
- проводки поздовжнього керування;
- проводки поперечного керування;
- гідропору;
- двох гідропідсилювачів КАУ-30Б;
- двох пружинних завантажувальних механізмів;
- двох електромагнітних гальм ЭМТ-2М.

Ліва й права колонки керування з'єднані між собою синхронізуючими тягами.

Кожна колонка складається із кронштейна, траверси й ручки керування. До траверси приєднується проводка поперечного керування, а до ручки за допомогою шарнірної тяги приєднується проводка поздовжнього керування.

У верхній частині лівої ручки керування встановлені гашетка керування гальмами коліс із фіксатором стояночного гальмування й пластмасова рукоятка із кнопками керування: " СПУ-РАДІО", тримерами, вимикання автопілоту й кнопки спеціального призначення.

Проводка поздовжнього керування - жорстка, з'єднує ручку керування з качалкою поздовжнього управління автомата перекоосу.

Проводка поперечного керування - жорстка, з'єднує ручку керування з качалкою поперечного управління автомата перекоосу.

Вивід обох проводок керування з вантажної кабіни у відсік головного редуктора здійснюється за допомогою агрегату поздовжнього, поперечного,

шляхового керування й керування загальним кроком. Цей агрегат установлений у відсіку головного редуктора біля шпангоута №10 і являє собою чотири телескопічно зібраних вали, на кінцях яких закріплені важелі. До важелів приєднуються тяги керування.

Нижні кутові качалки проводок керування на шпангоуті №5Н з'єднані з компенсаційними датчиками автопілоту.

Верхня кутова качалка поздовжнього керування на шпангоуті №5Н має роликовий упор під шток гідроупору.

Гідроупор призначений для обмеження кута нахилу тарілки автомата перекоосу на землі назад до 2° , що запобігає удару лопатей НГ по хвостовій балці під час рулювання вертольота. Гідроупор установлений на стінці шпангоута №5Н і складається із кронштейна, циліндра, букси й штока. Максимальний вихід штока 18 мм. При включеному гідроупорі для відхилення тарілки автомата перекоосу назад більше ніж на 2° необхідно перебороти додаткове навантаження 15 кгс.

Гідропідсилювачі КАУ-30Б установлені на спеціальному кронштейні позаду головного редуктора і являють собою гідроелектромеханічні силові виконавчі механізми. Крім виконання функцій необоротних гідропідсилювачів з ручним керуванням вони забезпечують комбіноване керування, тобто ручне керування зі стабілізацією від автопілоту в межах ходу виконавчого штока автопілоту (близько 20% повного ходу штока гідропідсилювача).

Пружинні завантажувальні механізми приєднуються до проміжних качалок проводки керування на стінці шпангоута №5Н. Пружинні завантажувальні механізми всіх каналів керування аналогічні по конструкції й відрізняються тільки характеристиками пружин. У системі поздовжнього керування граничне зусилля становить 8,6 кгс, у системі поперечного керування - 4,7 кгс, а в системі шляхового керування - 12 кгс.

Кожний завантажувальний механізм складається з корпусу, штока, пружини й двох бронзових втулок. Пружина має попереднє затягування, що поліпшує центруємість командних важелів. Тому зусилля на ручці циклічного кроку й педалях з початку їхнього переміщення зростають не від нуля, а приблизно від 2 кгс. Це зусилля перевищує сили тертя в тягах, качалках і золотнику гідропідсилювача. У такий спосіб виключається можливість випадкового переміщення золотника при роботі гідропідсилювачів від автопілоту й звільненій ручці керування.

Електромагнітне гальмо ЭМТ-2М служить для зняття навантажень із командних важелів керування на сталих режимах польоту. Він є керованим упором і складається з гальмової фрикційної муфти, диски якої стислі пружиною, електромагніта, відцентрового демпфера, редуктора, вихідний

вал якого за допомогою важеля з'єднується із пружинним завантажувальним механізмом. Керування всіма ЭМТ-2М здійснюється натисканням кнопки "Тример", установленої на лівій і правій ручках циклічного кроку.

7.4. СИСТЕМА ШЛЯХОВОГО КЕРУВАННЯ

Система шляхового керування складається з наступних вузлів:

- педалей;
- проводки керування;
- гвинтового механізму;
- гідропідсилювача РА-60Б4
- пружинного завантажувального механізму;
- електромагнітного гальма ЭМТ-2М;
- системи рухомого упору управління СПУУ-52.

Педалі паралелограмного типу можуть регулюватися по росту пілота в межах 75 мм за допомогою гвинта, що з'єднує важелі кріплення підніжок. Максимальне відхилення педалей від нейтрального положення (100 ± 5 мм) обмежується регульованими упорами. На підніжках педалей установлені гашетки з кінцевими вимикачами, які перемикають канал курсу автопілота в режим узгодження.

Проводка керування - змішаної конструкції. Від педалей до гідропідсилювача - жорстка. Шток гідропідсилювача з'єднується із двохканавочним сектором, до якого приєднується тросова проводка. Кінці тросів з'єднуються із втулочно-роликівим ланцюгом, що перекинутий через зірочку гвинтового механізму. Для забезпечення надійності роботи системи гілки тросової проводки спарені. Натяг тросів регулюється за допомогою тандерів і повинен бути 80-90 кгс (при температурі зовнішнього повітря $+15^{\circ}\text{C}$).

Гвинтовий механізм установлений на хвостовому редукторі й перетворює обертання зірочки в поступальне переміщення штока. Оскільки шток через підшипник пов'язаний з повзуном втулки кермового гвинта, то при обертанні зірочки будуть одночасно переміщатися шток і повзун з повідцем, змінюючи кути установки лопатей кермового гвинта. При переміщенні лівої педалі вперед шток іде на вбирання, крок лопат і відповідно тяга кермового гвинта зменшується. При переміщенні правої педалі вперед шток іде на випуск, крок лопат і тяга кермового гвинта збільшуються.

Пружинний завантажувальний механізм приєднується до проміжної качалки проводки керування на стінці шпангоута №5Н. Він призначений для створення почуття управління.

Електромагнітне гальмо ЭМТ-2М служить для зняття навантаження з командних важелів керування на сталих режимах польоту. Він є керованим упором і складається з гальмової фрикційної муфти, диски якої стислі пружиною, електромагніта, відцентрового демпфера, редуктора, вихідний вал якого за допомогою важеля з'єднується із пружинним завантажувальним

механізмом. Керування електромагнітним гальмом ЭМТ-2М здійснюється натисканням кнопки "Тример", установленої на ручці циклічного кроку. Система рухомого упору керування СПУУ-52 автоматично обмежує максимальний кут установки лопатей кермового гвинта залежно від тиску й температури навколишнього середовища. У такий спосіб трансмісія вертольота охороняється від перевантажень при високій щільності повітря й забезпечується достатній запас шляхового керування при низькій щільності повітря.

У комплект цієї системи входять:

1. Блок управління БУ-32. Установлений на центральному пульті. Він має:
 - кнопку-табло із червоним світлофільтром і написом "ОТКЛ";
 - рухомий індекс для контролю за положенням рухомого упору;
 - натискний перемикач для перевірки каналів тиску й температури;
 - ручки для центрування.
2. Вимірювальний комплекс тиску ИКД-27Так, для вимірювання тиску повітря. Установлений під підлогою кабіни екіпажа.
3. Приймач температури П-1 для вимірювання температури повітря. Установлений нагорі, між входами у двигун.
4. Електромеханізм МП-100М. Установлений у відсіку головного редуктора, на стінці контейнера видаткового паливного бака і є виконавчим елементом цієї системи.
5. Датчик зворотного зв'язку (ДОС). Установлений у відсіку головного редуктора й забезпечує компенсацію сигналів датчиків тиску й температури при переміщенні штока електромеханізма.
6. Механізм рухомого упору. Установлений у відсіку головного редуктора й містить у собі втулку із пружиною й качалку з упором і кінцевим вимикачем. Втулка із пружиною закріплені на тязі, що з'єднує важіль загального агрегату керування із золотниковою качалкою гідропідсилювача РА-60Б. Пружина забезпечує зменшення ударних навантажень. Качалка з упором і кінцевим вимикачем закріплена шарнірно на стінці контейнера видаткового паливного бака. Один важіль качалки з'єднується зі штоком електромеханізма МП-100М, а на другому важелі закріплені упор, що має пружину для зм'якшення ударних навантажень і кінцевий вимикач, що забезпечує вимикання каналу напрямку автопілоту, коли упор підійде впритул до втулки, закріпленої на золотниковій тязі.

7.4.1. РОБОТА СИСТЕМИ РУХОМОГО УПОРУ УПРАВЛІННЯ

Залежно від величини тиску й температури навколишнього середовища сумарний електросигнал від датчиків тиску, температури й зворотного зв'язку надходить у блок керування БУ-32. Посилений електросигнал із блоку керування надходить в електромеханізм МП-100М. Шток електромеханізма переміщається й повертає качалку із закріпленим на ній упором, обмежуючи

хід золотникової тяги вниз, що й обмежує максимальний кут установки лопатей кермового гвинта.

При виконанні польотів із включеним автопілотом при переміщенні правої педалі вперед (по сигналу автопілоту) може створитися таке положення, коли втулка на тязі почне натискати на упор. Через те, що пружина на тязі значно сильніше пружин упору й мікровимикача разом узятих, відбудеться спрацьовування мікровимикача, канал напрямку автопілоту переведеться в режим узгодження й рух педалей припиниться.

7.4.2. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМИ РУХОМОГО УПОРУУПРАВЛІННЯ СПУУ-52

Керування системою рухомого упору провадиться за допомогою АЗС "СПУУ-52" і вимикача "СПУУ-52", що встановлений на лівому трикутному електрощитку.

Контроль за роботою СПУУ-52 здійснюється по зміні положення рухомого індексу на блоці керування БУ-32. Крайнє ліве положення рухомого індексу свідчить про те, що упор повністю прибраний і забезпечується максимальний кут установки лопатей кермового гвинта $23^{\circ}20'$. Крайнє праве положення рухомого індексу свідчить про те, що упор повністю випущений і забезпечується обмежений кут установки лопатей кермового гвинта $17^{\circ}20'$.

При включенні АЗС "СПУУ-52" на блоці керування БУ-32 повинна зайнятися кнопка-табло "ОТКЛ", а рухливий індекс повинен зайняти крайнє ліве положення. При включенні вимикача "СПУУ-52" кнопка-табло повинна згаснути, а рухливий індекс повинен зайняти проміжне положення залежно від температури й тиску навколишнього середовища. При високому тиску й низкою температурі індекс повинен займати положення ближче до правого упору, а при низькому тиску й високій температурі - ближче до лівого упору.

Передпольотна перевірка системи рухомого упору повинна виконуватися на режимі правої корекції при включених АЗС "СПУУ-52" і вимикачі "СПУУ-52", середнім положенні педалей і містить у собі контроль справності системи при її включенні, а також перевірку каналів тиску й температури й каналу центрування.

Для перевірки каналів тиску й температури необхідно нажати кнопку-табло "ОТКЛ", при цьому вона повинна загорітися, сигналізуючи, що система перебуває в режимі контролю. Утримуючи кнопку-табло натиснутою, варто нажати перемикач на блоці керування БУ-32 у положення "Р", а потім у положення "t". При цьому рухомий індекс повинен переміститися відповідно спочатку вліво, а потім вправо.

Після відпускання перемикача й кнопки-табло, рухомий індекс на блоці керування повинен зайняти вихідне положення, а табло "ОТКЛ" повинне згаснути.

Для перевірки каналу центрування необхідно нажати кнопку-табло "ОТКЛ" (вона повинна зайнятися) і, утримуючи її натиснутою, повернути

ручку "КОНТРОЛЬ" на блоці керування за годинниковою стрілкою. При цьому рухомий індекс повинен зміститися вправо. Після цього необхідно відпустити кнопку-табло "ОТКЛ" і виключити вимикач "СПУУ-52". Табло "ОТКЛ" повинне горіти, а рухомий індекс повинен зміститися вліво до упору.

7.4.3. ВІДМОВА СИСТЕМИ РУХОМОГО УПОРУ УПРАВЛІННЯ СПУУ-52 При відмові системи рухомого упору загоряється кнопка-табло "ОТКЛ"

або рухомий індекс не змінює свого положення. Необхідно виключити вимикач "СПУУ-52". При цьому рухомий індекс на БУ-32 повинен зайняти крайнє ліве положення, сигналізуючи про те, що упор повністю прибраний і забезпечується максимальний кут установки лопат кермового гвинта $23^{\circ}20'$. У цьому випадку політ і посадка вертольота виконуються як звичайно, але рекомендується уникати різких рухів педалями й не використовувати повний хід правої педалі, щоб виключити перевантаження трансмісії.

Якщо після вимикання вимикача "СПУУ-52" не відбудеться переміщення рухомого індексу вліво, то це сигналізує про те, що упор не убрався й не забезпечується максимальний кут установки лопат кермового гвинта. У цьому випадку з'являється небезпека дефіциту шляхового керування при вертикальній посадці. Тобто при проведенні вертикальної посадки може не вистачити ходу правої педалі для зрівноважування реактивного моменту несучого гвинта. Посадку в цьому випадку рекомендується виконувати із пробігом, а якщо немає площадки достатніх розмірів, то посадку варто виконувати після виробітку палива з підвісних і додаткових баків.

Екіпаж повинен пам'ятати, що електросхема системи рухомого упору виконана таким чином, що прибирання упору відбувається тільки при включеному АЗС "СПУУ-52" і виключеному вимикачі "СПУУ-52". Якщо при відмові системи екіпаж припуститься помилки й виключить спочатку АЗС "СПУУ-52", а потім вимикач "СПУУ-52", то упор не забереться й не буде забезпечуватися максимальний кут установки лопат кермового гвинта. Для прибирання упору в цьому випадку необхідно на кілька секунд включити АЗС

"СПУУ-52" при виключеному вимикачі й по положенню рухливого індексу на БУ-32 проконтролювати прибирання упору.

7.5. СИСТЕМА ОБ'ЄДНАНОГО КЕРУВАННЯ ЗАГАЛЬНИМ КРОКОМ НЕСУЧОГО ГВИНТА Й ДВИГУНАМИ

Керування загальним кроком несучого гвинта й потужністю двигунів здійснюється важелем "крок-газ", що кінематично пов'язаний з повзуном автомата перекосу й одночасно з важелями регуляторів частоти обертання турбокомпресорів насосів-регуляторів двигунів НР-3ВМ. При переміщенні важеля " крок-газ" нагору збільшується крок несучого гвинта й одночасно збільшується потужність двигунів.

Для зміни частоти обертання несучого гвинта при заданому значенні загального кроку на важелі "крок-газ" є поворотна рукоятка корекції, що

зв'язана тільки з важелями регуляторів частоти обертання турбокомпресорів на насосах-регуляторах двигунів.

Для зміни режимів роботи окремо кожного двигуна без зміни загального кроку несучого гвинта на вертольоті є два важелі роздільного керування двигунами, які також з'єднуються тільки з важелями регуляторів частоти обертання турбокомпресорів на насосах-регуляторах двигунів.

Система об'єднаного керування складається з наступних агрегатів:

- двох важелів " крок-газ";
- двох важелів роздільного керування двигунами;
- замикаючого вала;
- диференціального вузла;
- проводки керування загальним кроком несучого гвинта;
- гідропідсилювача КАУ-30Б;
- двох проводок керування потужністю двигуна.

Важелі " крок-газ" змонтовані на кронштейнах, які встановлені на підлозі кабіни екіпажа. На лівому кронштейні встановлено регульоване фрикційне гальмо для фіксації важелів " крок-газ". Фрикціон затягається маховиком вручну так, щоб важіль "крок-газ" не міг переміщатися мимовільно а якщо буде потреба його можна було переміщати із зусиллям 20-25 кгс без ослаблення затягування фрикціона. Нормальне розгальмування фрикційного гальма здійснюється за допомогою основної гідросистеми після натискання кнопки "Фрикціон" на важелі " крок-газ".

На важелі "крок-газ" установлені: поворотна рукоятка корекції, регульований фрикціон для фіксації рукоятки корекції, кнопка керування фарою, кнопка "фрикціон" для розгальмування важеля " крок-газ", кнопка тактичного скидання вантажу й кнопка аварійного скидання вантажу із зовнішньої підвіски.

Правий важіль " крок-газ" на відміну від лівого не має фрикційних пристроїв і кнопок тактичного й аварійного скидання вантажу із зовнішньої підвіски.

Важелі роздільного керування двигунами встановлені на загальному кронштейні з лівим важелем "крок-газ". У нейтральному положенні важелі роздільного керування двигунами фіксуються засувкою, а в проміжних положеннях - дисковими фрикціонами, які при переміщенні важеля створюють зусилля 3-4 кгс.

Замикаючий вал розташований під підлогою кабіни екіпажа й складається із двох телескопічно зібраних валів. Внутрішній вал з'єднується із проводкою керування потужністю двигунів, а зовнішній - із проводкою керування загальним кроком несучого гвинта. Замикаючий вал забезпечує синхронну роботу лівого й правого важелів «крок-газ».

Диференціальний вузол розташований під підлогою кабіни екіпажа біля шпангоута №5Н и складається із двох валів: зовнішнього й внутрішнього.

Він

забезпечує паралельне приєднання важелів роздільного керування двигунами до проводки керування потужністю двигунів.

Проводка керування загальним кроком несучого гвинта - жорстка, з'єднує важіль " крок-газ" з важелем керування загальним кроком автомата перекосу. Вона проходить паралельно проводкам поздовжнього й поперечного керування. Гідропідсилювач КАУ-30 установлений на кронштейні позад головного редуктора. Призначений для зменшення навантаження на важелях " крок- газ". Проводки керування потужністю двигунів - жорсткі, з'єднують важелі " крок-газ", рукоятки корекції, важелі роздільного керування двигунами з важелями подачі палива насосів-регуляторів двигунів. Для виводу тяг керування з вантажної кабіни у відсіки двигунів на стелі біля шпангоута №5 центральної частини фюзеляжу встановлений блок валів.

Тому що сумарне переміщення (від важеля " крок-газ", рукоятки корекції й важелів роздільного керування) ланцюга керування двигунами більше, ніж хід важелів насосів НР-3ВМ, на кронштейнах кріплення проміжних качалок, установлених на стінці шпангоута №5Н, є регульовані упори, що обмежують переміщення проводки керування двигунами.

7.6. СИСТЕМА ПЕРЕНАСТРОЮВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВІЛЬНИХ ТУРБІН ДВИГУНІВ

Система перенастроювання регуляторів частоти обертання вільних турбін двигунів дає можливість пілоту перенастроювати в польоті регулятори вільних турбін двигунів на підтримку частоти обертання несучого гвинта в діапазоні $91 \pm 2\% \dots 96-99\%$.

Система містить у собі:

- два натискних перемикачі (установлені на важелях " КРОК-ГАЗ");
- розподільний вал з тягами й електромеханізм МП-100М (установлені у відсіку двигунів).

При необхідності перенастроїти регулятори вільних турбін на підтримку іншої частоти обертання несучого гвинта пілот натискає перемикач у положення "БІЛЬШЕ" або "МЕНШЕ". При цьому переміщається шток електромеханізма, рух через розподільний вал і тяги передається на важелі насосів-регуляторів НР-3ВМ і змінюється затягування пружин регуляторів вільних турбін. Після відпускання перемикача він встановлюється пружиною в середнє положення, подача електроживлення на електромеханізм припиняється і його шток зупиняється в якомусь проміжному положенні, фіксуючи нову задану частоту обертання несучого гвинта.

7.6.1. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМИ ПЕРЕНАСТРОЮВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ВІЛЬНИХ ТУРБІНДВИГУНІВ

На передпольотній підготовці передбачена перевірка діапазону перенастроювання регуляторів вільних турбін двигунів.

Перевірка діапазону перенастроювання виконується після випробування двигунів, при правій корекції, загальному кроці несучого гвинта 3° по покажчику загального кроку НГ і температурі масла в головному редукторі не менш $+30^\circ\text{C}$.

При натисканні перемикача в положення "МЕНШЕ" повинна встановитися частота обертання несучого гвинта $91\pm 2\%$, а при натисканні перемикача в положення "БІЛЬШЕ" частота обертання несучого гвинта повинна встановитися в межах 96-99 %. Якщо частота обертання несучого гвинта буде менше 96%, то необхідно прогріти головний редуктор до температури масла $40\ldots 60^\circ\text{C}$ і повторити перевірку. Після перевірки діапазону перенастроювання варто встановити частоту обертання несучого гвинта 95%.

Перед зльотом за допомогою системи перенастроювання встановлюється частота обертання несучого гвинта рівна 95%.

7.7. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ОСТАНОВОМ ДВИГУНА

Керування остановом двигунів здійснюється двома ручками, закріпленими в кронштейні на стелі кабіни екіпажа.

Ручки за допомогою змішаної проводки керування з'єднуються з важелями останова на паливних насосах-регуляторах НР-ЗВМ.

У переднім крайнім положенні ручки фіксуються спеціальними засувками. У заднім крайнім положенні ручки втримуються зусиллям пружин.

Під час запуску двигуна, через 2-3 секунди після натискання кнопки "ЗАПУСК", перевести ручку останова вперед до упору.

Для вимикання двигуна необхідно відповідну ручку перевести назад до упору.

При зупинці двигунів користуватися тільки кранами останова. Перекривний (пожежний) кран повинен перебувати в положенні «ОТКР» і в польоті й на стоянці.

7.8. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ГАЛЬМОМ НЕСУЧОГО ГВИНТА

Керування гальмом несучого гвинта здійснюється ручкою, що встановлена в кронштейні на підлозі кабіни екіпажа. Ручка тросовою

проводкою з'єднується з важелем гальма несучого гвинта. Для запобігання важеля гальма від перевантаження в тросову проводку послідовно включена спіральна пружина.

Керування гальмом несучого гвинта зблоковано із системою запуску двигунів, що виключає запуск двигунів при загальмованій трансмісії. Блокування здійснюється кінцевим вимикачем, установленим на кронштейні ручки. На кронштейні також установлений зубчастий сектор, що забезпечує фіксацію ручки в будь-якому положенні.

При непрацюючих двигунах несучий гвинт повинен бути загальмований (ручка керування гальмом несучого гвинта піднята нагору).

Під час перевірки систем керування перед запуском двигунів ручка керування гальмом несучого гвинта повинна бути встановлена в нижнє положення.

Після вимикання двигунів не слід гальмувати несучий гвинт, якщо в цьому немає необхідності, до повної його зупинки. Якщо ж після вимикання двигунів несучий гвинт довго не зупиняється, то гальмування його варто робити плавно, починаючи із частоти обертання несучого гвинта 12% по покажчику, періодично, на короткий час, включаючи гальмо.

7.9. ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Під час контрольної перевірки перед запуском двигунів перевірити:

- положення ручки керування циклічним кроком відносно нейтралі.

Ручка повинна бути між нейтральним і крайнім переднім положенням.

- роботу кнопок тримерів - по звукові (клацанням).
- положення важелів роздільного керування двигунами. Важелі повинні бути в середнім положенні на засувці.
- положення важелів " КРОК-ГАЗ".

Важелі повинні бути в крайнім нижнім положенні.

- легкість і плавність обертання рукояток корекції.

Рукоятки встановити в положення, що відповідає малому газу.

- положення ручки керування гальмом несучого гвинта. Ручка повинна бути в нижнім положенні.
- положення ручок керування останком двигунів. Ручки повинні бути в положенні "ЗАКРИТЕ".

Під час контрольної перевірки після запуску двигунів перевірити:

- легкість і плавність ходу органів керування, по черзі відхиляючи не більше ніж на 1/3 від повного ходу ручку повздошно-поперечного керування, педалі й важіль " КРОК-ГАЗ".
- роботу тримерів;
- роботу покажчика кроку несучого гвинта по переміщенню стрілки;
- роботу системи рухомого упору управління СПУУ-52;
- діапазон перенастроювання регуляторів частоти обертання вільних турбін двигунів.

Перед рулюванням або зльотом рукоятку корекції встановити в крайнє праве положення, при цьому частота обертання несучого гвинта повиннабути 95%.

При зльоті й у польоті важіль " КРОК-ГАЗ" переміщати плавно:

- переміщення важеля " КРОК-ГАЗ" з режиму малого газу до максимального робити за час не менш 5 с.;
- темп відхилення важеля " КРОК-ГАЗ" вниз не повинен бути більше 1° у секунду (крім випадків відмови двигунів).

У польоті дотримувати обмежень по припустимих кутах крену й тангажа.

Максимально припустимі кути крену залежно від висоти польоту:

| <i>Висота, м</i> | <i>При злітній масі 11100 кг і менш</i> | <i>При злітній масі 11100 кг і більше</i> |
|-------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 50 - 3000 м | 30° | 20° |
| Більше 3000 м | 15° | 15° |

При польотах з вантажем на зовнішній підвісці розвороти виконувати без ковзання на висоті не нижче 100 м з кутом крену не більше 15°.

Розвороти на режимі самообертання несучого гвинта виконуються з кутом крену не більше 20°.

Енергійні розвороти (якщо буде потреба) на висотах 50...1000 м при нормальній польотній масі вертольота й менше на швидкостях польоту більше 120 км/год дозволяється виконувати із кренами до 45°.

При виконанні віражів і розворотів на висотах до 50 м над рельєфом місцевості припустимий кут крену під величині чисельно дорівнює висоті польоту (тобто на висоті 10м - 10°; 20 м - 20°; 30 м - 30°), але у всіх випадках він повинен бути не більше 45°.

Розвороти на висінні біля землі дозволяється виконувати з кутовою швидкістю не більше 12 град/з (повний оберт - не швидше чим за 30 с). Припиняти обертання необхідно на швидше ніж за 3 с. Управління кроком кермового гвинта як у режимі розворотів у землі, так і в поступальному польоті повинне бути плавним; перекладка педалей від упору до упору повинна здійснюватися не швидше чим за 3 секунди.

При вітрі більше 10 м/с розвороти на 360° забороняються.

НЕСПРАВНОСТІ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

1. При натисканні кнопки "ТРИММЕР" не знімаються навантаження з важелів керування.

Причина: Відмова триммерних механізмів.

Дії екіпажа: Важелі керування відхиляти більш плавно, контролюючи їхнє відхилення по положенню вертольота в просторі. Дозволяється завершити політ відповідно до завдання.

2. При натисканні кнопки "ФРИКЦІОН" важіль " КРОК-ГАЗ" не розгальмовується.

Причина: Відмова системи вимикання фрикціона важеля " КРОК-ГАЗ".

Дії екіпажа: Відрегулювати маховиком силу затягування фрикціона й дозволяється завершити політ відповідно до завдання.

3. Ушкоджено керування кермовим гвинтом при справному приводі кермового гвинта.

Ознака: Вертолїт не реагує на відхилення педалей, мимовільно розвертається.

Дії екіпажа:

- установити швидкість польоту 140 - 160 км/год по приладу;
- збалансувати вертолїт ковзанням і продовжити політ до вибору площадки, придатної для безпечної посадки вертольота із пробїгом. Перед приземленням для запобїгання розбалансування вертольота брати загальний крок забороняється.

4. Руйнування приводу кермового гвинта.

Ознака: Вертолїт різко розвертається вліво й крениться вправо. Дії екіпажа:

А. На висїнні в землі:

- удержати вертолїт від крену;
- зробити посадку, плавно зменшуючи загальний крок несучого гвинта й утримуючи по можливостї вертолїт у горизонтальному положенні;
- у момент торкання основних колїс землі негайно й енергїйно зменшити крок несучого гвинта до мінімального значення й виключити двигуни; Б. У поступальному польотї:
- перейти на режим самообертання несучого гвинта, для чого енергїйно зменшити крок несучого гвинта до мінімального значення, при цьому для збереження напрямку створити крен убїк, протилежну розвороту;
- збалансувати вертолїт у польотї ковзанням, прагнення вертольота до зміни курсу парирувати поперечним керуванням;
- вибрати придатну площадку для посадки;
- виключити двигуни кранами останова;
- дати команду бортмеханїкові: "Закрити пожежні крани, виключити насоси";
- зробити посадку на режимї самообертання НГ. Перед посадкою необхідно зменшити крен з таким розрахунком, щоб до моменту приземлення він був прибраний повністю.

