

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ
Циклова комісія аеронавігації**

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «ПРИНЦИПИ ПОЛЬОТУ МІ-8 МТВ»,
обов'язковий компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
272 Авіаційний транспорт (Аеронавігація)

**ТЕМА 4.8
ПОЛІТ З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ**

м. Харків 2021

СХВАЛЕНО

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

СХВАЛЕНО

Секцією Науково-методичної
ради ХНУВС зі спеціальних
дисциплін
Протокол від 22.09.2021 № 8

Розглянуто на засіданні циклової комісії аеронавігації
Протокол від 30.08.2021 № 1

Розробник: викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії,
викладач-методист Яцина Є.В.

Рецензенти:

1. Професор кафедри аеронавігаційних систем факультету аеронавігації, електроніки та телекомунікацій, д.т.н., доцент Шмельова Т.Ф.,
2. Викладач циклової комісії аеронавігації КЛК ХНУВС, кандидат технічних наук старший науковий співробітник Тягній В.Г.

План лекції:

1. Аеродинамічні характеристики вертольоту з зовнішній підвісці.
2. Поведінка вантажу на зовнішній підвісці.
3. Пристрій системи зовнішньої підвіски і підготовка його до перевезення вантажів.
4. Пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці

Література:

1. Ромасевич В.Ф., Аэродинамика и динамика полетов вертолетов, М., Воениздат, 1982.
2. Зозуля В.Б., Иванов Ю.П., Практическая аэродинамика вертолета Ми-8, М., Машиностроение, 1977.
3. Яцунович М.С., Практическая аэродинамика вертолета Ми-8, М., Машиностроение, 1973.
4. Инструкция экипажу вертолета Ми-8 МТ, М. Воениздат, 1982.
5. Руководство по летной эксплуатации вертолета Ми-8-МТВ, М., 1994.
6. Володко А.М., Эксплуатация вертолетов в усложненных условиях, М., Транспорт, 1997.

ПОЛЬОТИ З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕРТОЛЬОТА З ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ.

Зміна польотної конфігурації вертольота викликає зміна його аеродинамічних характеристик.

При транспортуванні вантажу на зовнішній підвісці найбільш істотно змінюється лобовий опір вертольоту. У польоті з ковзанням збішується бічна сила. Величина аеродинамічних сил вертольоту визначається умовами підвіски вантажу на вертольоті і формою вантажу. При транспортуванні вантажу на довгих тросах впливом інтерференції можна знехтувати. Тоді лобовий опір вертольоту визначиться коефіцієнтом лобового опору вертольоту $C_{Xa} = C_{Xa\text{пл}} + C_{Xa\text{гр}}$.

При транспортуванні на зовнішній підвісці літальних апаратів можна скористатися значеннями їх аеродинамічних коефіцієнтів за даними натурних або модельних випробувань.

Знаючи коефіцієнти можна визначити потужність, потрібну для польоту вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці. З цього випливає, при перевозі

вантажу на зовнішній підвісці теоретична максимальна і економічна швидкість горизонтального польоту вертольоту буде менше, ніж при перевезенні вантажу усередині фюзеляжу. Зменшення цих швидкостей тим значніше, чим більше опір вантажу на зовнішній підвісці.

Мінімальна швидкість польоту вертольоту практично однакова при всіх польотних конфігураціях, тому що на малих швидкостях польоту вплив опору вантажу незначне і потрібна потужність майже залишається та ж.

Збільшення потрібної потужності при польоті про вантажем на зовнішній підвісці викликає зменшення надлишку потужності, тому при перевезенні вантажу на зовнішній підвісці можливості для маневрування погіршуються (зменшується діапазон швидкостей, скоропідйомність, стелю, кут крену на розворотах, погіршуються злітно-посадочні характеристики). Збільшення режиму роботи двигунів викликає збільшення витрати палива. Збільшення годинного і кілометрового витрати палива зменшують дальність, тривалість і радіус польоту вертольоту.

Крім того, при цьому зростає час перебування вертольоту на малих швидкостях, що характеризуються підвищеними вібраціями, і збільшується робота двигунів на підвищених режимах.

Однак перевезення вантажу на зовнішній підвісці є економічно доцільною, тому що дозволяє скоротити простої вертольоту під розвантаженням - навантаженням. Цей спосіб стає єдиною можливим, коли вантаж неможливо розмістити в кабіні або коли в місці навантаження - вивантаження можна зробити посадку.

ПОВЕДІНКА ВАНТАЖУ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

Поведінка вантажу на зовнішній підвісці визначається його формою, розмірами, способами підвіски, а також режимом польоту. Чим більше швидкість польоту, тим більше величина діючих на вантаж аеродинамічних сил і моментів. Тому, хоча більшою швидкості польоту відповідає менший кілометровий витрата палива, крейсерська швидкість з вантажем на зовнішній підвісці визначається поведінкою вантажу.

Якщо центр тиску вантажу буде розташований попереду його центру маси або точки підвіски (центру обертання), то такий вантаж стає нестійким є дорожньому і поздовжньому відношенні.

Найбільш нестійкий на зовнішній підвісці поведуться вантажі з закругленою носовою частиною (понтони). Для підвищення стійкості вантажів рекомендується в їх хвостовій частині "пристроювати" горизонтальне і вертикальне оперення. Це забезпечує зміщення центру тиску вантажу за центр маси, тому що переміщення центру мас вантажу назад незначно внаслідок малої маси стабілізаторів. Розміщення центру тиску вантажу позаду центру обертання сприяє поздовжньої і шляховий стабілізації вантажу.

Для забезпечення стабілізації в польоті літаків, що транспортуються на зовнішній підвісці, не слід для полегшення маси конструкції демонтувати з літака киль. Вертольоти доцільно транспортувати на зовнішньої підвісці з встановленої хвостовій балкою або стабілізуючим пристроєм у вигляді лопаті несучого гвинта, дерева і т.д., закріплених на балці або фюзеляжі.

Для полегшення поперечної стабілізації вантажу його крен не допускається.

При перевезенні на зовнішній підвісці вантажів, форма яких близька до тіл обертання, для підвищення стійкості можна використовувати стабілізуючі спідниці і кільцеві стабілізатори. Застосування кільцевих стабілізаторів дозволяє отримати менші габарити при тому ж стабілізуючому моменті, як при плоскому оперенні. Статична стійкість вантажу може бути досягнута за рахунок його обертання з великою кутовою швидкістю. В цьому випадку стабілізації вантажу сприяє гіроскопічний ефект.

Досвід транспортування вантажів на зовнішній підвісці показав, що симетричні вантажі, що мають велику висоту і малу площу підстави зі збільшенням швидкості польоту обертаються. Проте поведінка їх в польоті стійко і обертання не відбивається на балансуванні вертольоту в польоті. Найбільш стійке поведінку таких вантажів на швидкості 120 - 130 км / год по приладу. Симетричні вантажі великих габаритів в польоті як правило, стають поперек вертольота і створюють великий опір. Збільшення швидкості повинно бути припинено, якщо зростає розгойдування вантажу. Особливо нестійкі вантажі малої маси. Симетричні вантажі невеликих габаритів найбільш стійкі на швидкості 140 - 150 км / год по приладу.

Фюзеляжі вертольотів, які транспортуються на зовнішній підвісці, поводяться найбільш стійко на швидкості 60 -100 км / год, а фюзеляжі літаків - на швидкості 120 - 160 км / ч.

Для підвищення стійкості вантажу, отримання прийнятних навантажень на вузли підвіски і зменшення ймовірності удару вантажу про вертолiт необхідно, щоб при транспортуванні вантажів великої довжини витримувалося регламентувати співвідношення довжини троса до довжини вантажу.

Залежно від виду виконуваних робіт і типу вантажу довжина застосовуваної зовнішньої підвіски регулюється вставкою тросів - подовжувачів між замком підвіски і вантажем. З умов безпеки при виконанні будівельно - монтажних робіт довжина тросів повинна забезпечувати відстань між колесами вертольота і монтується вузлом не менше 5 м.

Залежно від пропонованих вимог довжина підвіски може змінюватися в діапазоні 4 - 40м. Якщо умовами монтажу не визначений порядок транспортування вантажів, то першими слід перевозити вантажі малої маси і в наступних польотах збільшувати масу перевезених вантажів (по виробленню палива).

ПРИСТРІЙ СИСТЕМИ ЗОВНІШНЬОЇ ПІДВІСКИ І ПІДГОТОВКА ЙОГО ДО ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ

Система зовнішньої підвіски гелікоптера значно розширює його транспортні можливості, дозволяючи перевозити великогабаритні вантажі, транспортувати їх в місця, де неможливо здійснити посадку.

У систему зовнішньої підвіски гелікоптера входять: стропи підвіски, замок ДГ-64М, ваговимірювальний пристрій, система механічного та електричного управління замком, вантажні стропи й перехідні подовжувачі.

Конструктивно тросова підвіска встановлена таким чином, що центр

гойдання підвіски знаходиться на близькій відстані від центра ваги вертольоту. Це підвищує стійкість вертольоту і полегшує його пілотування при розгойдування вантажу відносно поздовжньої осі вертольоту.

Силові стропа підвіски через кардани кріпляться до вузлів, встановленим попарно в верхній частині шпангоутів № 7 і 10 по лівому і правому бортах фюзеляжу. До нижніх кінців вантажних строп через кардани кріпиться вагозвážувального пристрою, який призначений для контролю ваги вантажу, що піднімається вертольотом на зовнішній підвісці.

Електромеханічний замок ДГ-64М кріпиться за допомогою болтів до траверсі вагозвážувального пристрою.

З метою забезпечення безпеки при роботі з зовнішньої підвіскою отвір люка в підлозі вантажної кабіни захищається швидкозмінною огорожею. Управління відкриттям замку здійснюється від кнопок ТАКТ. Скидання ВАНТАЖУ і Аварія. Скидання ВАНТАЖУ на лівому важелі КРОК-ГАЗ.

Вимикач автоматичного відкриття замка ЗОВНІШНЯ ПІДВІСКА-автом. Скидання встановлений на лівій бічній панелі електропульт, а табло ЗАМОК ВІДКРИТО розміщено над вимикачем.

При натисканні однієї з кнопок на лівому важелі КРОК-ГАЗ замок відкривається і спалахує табло ЗАМОК ВІДКРИТО. Автоматичне відкриття замку відбувається після зменшення навантаження на несучому важелі до 25 кгс.

Для перевезення вантажів різних габаритів можуть використовуватися перехідні подовжувачі (троси). У комплект зовнішньої підвіски входять один трос довжиною 10 м, Два троса довжиною по 5 м і один трос довжиною 1м.

У систему зовнішньої підвіски включений шарнірний вузол строп підвіски, який дозволяє вантажу обертатися щодо вузла підвіски, не навантажуючи вертолiт додатковими аеродинамічними моментами. Це полегшує пілотування вертольоту і виключає скручування тросів підвіски при обертанні вантажу.

Безпосереднє закріплення вантажу проводиться за допомогою вантажних строп, які складаються з чотирьох тросів, що мають на вільних кінцях карабіни для подцепки вантажу. Інші кінці строп приєднані до загального причіпного кільця.

Підготовка зовнішньої підвіски для транспортування вантажів включає монтаж і перевірку працездатності її агрегатів і систем скидання вантажу.

Вантажі, що підлягають транспортуванню на зовнішній підвісці, повинні бути оглянуті і підготовлені. При цьому слід перевірити надійність вузлів підвіски і кріплення всіх встановлених на вантаж агрегатів, які можуть в польоті переміститися. Після цього під'єднати до вузлів підвіски карабіни вантажних строп (зів карабіна повинен бути звернений усередину піраміди, утвореної стропами).

Якщо центр ваги і маса вантажу невідомі, то їх слід визначити пу-тем підйому вантажу краном на вантажних стропах через динамометр. Під час звá-вування перевірити просторове положення вантажу. Кут нахилу підстави вантажу допускається не більше 8 - 10 °. При більшому куті нахилу слід вибрати інші місця для подцепки вантажу. Вантажні стропа не повинні стосуватися вантажу. Якщо торкання вантажу стропами уникнути не вдається, слід надіти на них дюріти.

Підготовка вантажу проводиться фахівцями з десантному обладнання.

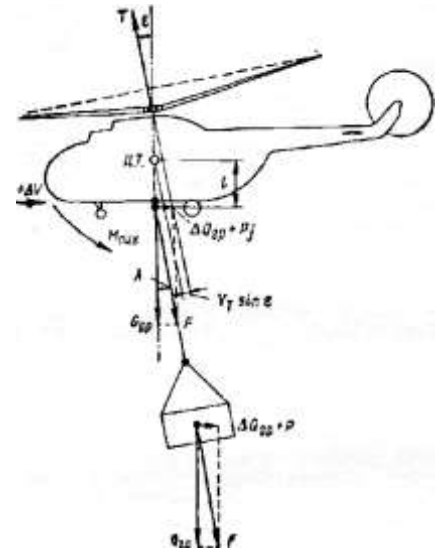
ПІЛОТУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТА З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

Пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці вдень.

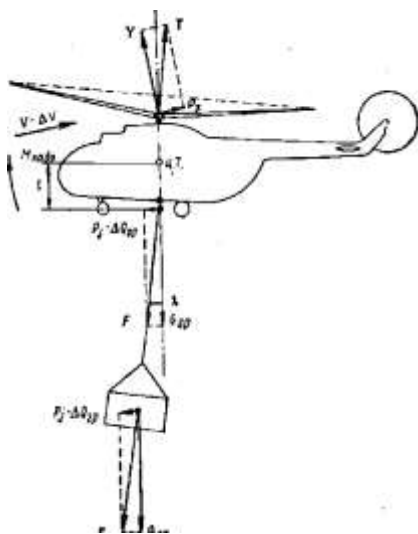
Пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці має ряд особливостей і є більш складним, ніж при перевезенні вантажів усередині кабіни. Випоненіє польотів з вантажем на зовнішній підвісці від зльоту до посадки рекомендується проводити з включеним по каналах крену і тангажа автопілотом.

На зовнішній підвісці дозволяється перевозити вантажі масою не більше 5000 (3000) кг. При цьому максимальна злітна маса вертольоту не повинна перевищувати 13 000 кг. Необхідно враховувати, що тяга несучого гвинта залежить не тільки від висоти висіння, але і від таких факторів, як температура зовнішнього повітря, тиск, швидкість вітру і вологість, тому можливість зльоту вертольоту з даної польотної масою повинна визначатися по номограмам, наведеними в інструкції екіпажу.

Рис. Схема сил і моментів, що діють на вертоліт при відставанні вантажу зовнішньої підвіски на розгоні швидкості



При подовженні тросів системи зовнішньої підвіски більш 20 м схема сил і моментів, що діють на вертоліт, змінюється. Через зсув центру ваги вниз і збільшення в зв'язку з цим плеча тяги $Y \sin \varepsilon$ зростає ступінь ефективності управління. Допустимий діапазон нахилу несучого гвинта, а отже, і відхилення ручки управління будуть значно менше, ніж при більш високому розташуванні центра ваги. Це зменшення діапазону граничних відхилень ручки управління при польоті з вантажем на зовнішній підвісці викликає серйозні труднощі в техніці пілотування. Вертоліт реагує навіть на дуже незначні відхилення ручки управління, а при її непропорційно великих відхиленнях можуть створитися настільки великі кути крену і тангажа, що висновок вертольоту з них буде вкрай важко або взагалі навіть неможливий. Крім того, потрібно мати на увазі, що на перехідних режимах польоту вантаж буде переміщатися з запізненням щодо руху вертольоту. Тому



переміщення вертольоту після зависання повинні бути дуже плавними. При енергійному (різкому) переміщенні вертольоту в будь-яку сторону вантаж через нежорсткій зв'язку з вертольотом перший момент залишається на місці, а потім починає рухатися в бік руху вертольоту, що в подальшому призводить до розгойдування вантажу. Для утримання заданого режиму льотчику необхідно постійно втручатися в управління вертольотом. Найбільш небезпечною формою коливань вантажу є його бічна розгойдування, яка в залежності від форми вантажу може носити незатухаючий характер з великою амплітудою коливань, що значно ускладнює

витримування режиму польоту 250 км/ч по приладу.

Рис. Схеми сил і моментів, що діють на вертоліт при забіганні вантажу зовнішньої підвіски при гасінні швидкості