

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВНУТРІШНІХ СПРАВ**

**КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

**Циклова комісія Аеронавігації**

## **ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ**

навчальної дисципліни  
«Принципи польоту: Вертоліт Мі-8МТВ»  
обов'язкових компонент освітньо-професійної програми першого  
(бакалаврського) рівня вищої освіти

**Аеронавігація**

**за темою № 13 – Політ з вантажем на зовнішній підвісі**

**СХВАЛЕНО**

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

**СХВАЛЕНО**

Педагогічною радою  
Кременчуцького льотного коледжу  
Протокол від 28.08.2023 № 1

**ПОГОДЖЕНО**

Секцією Науково-методичної ради  
ХНУВС зі спеціальних дисциплін  
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії Аеронавігації  
протокол від 28.08.2023 № 1

**Розробники:**

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст 2-й категорії Ємець В.В.

**Рецензенти:**

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор Тягній В.Г.
2. Професор кафедри аеронавігаційних систем навчально-наукового інституту Аеронавігації, електроніки та телекомунікації Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, доцент Шмельова Т.Ф

### План лекції:

1. Аеродинамічні характеристики вертольоту з зовнішній підвісці.
2. П  
оведінка вантажу на зовнішній підвісці.
3. Пристрій системи зовнішньої підвіски і підготовка його до перевезення вантажів.
4. Пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці
5. Зліт з вантажем на зовнішній підвісці
6. Горизонтальний політ з вантажем на зовнішній підвісці
7. Зниження з вантажем на зовнішній підвісці
8. Посадка при транспортуванні вантажів на зовнішній підвісці
9. Особливості пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці  
вночі
10. Застосування довгих підвісок
11. Характерні помилки.
12. Умови обов'язкового скидання вантажу.

### Рекомендована література:

#### Основна

1. Зінченко А.Г., Бурсала О.О., Бурсала О.Л. та ін., Аеродинаміка та динаміка польоту вертольота, ч.1. Аеродинаміка вертольота: навч. посіб. – Х.:ХНУПС, 2017.
2. Зінченко А.Г., Бурсала О.О., Бурсала О.Л. та ін., Аеродинаміка та динаміка польоту вертольоту, ч.2. Динаміка польоту вертольота: навч. посіб. – Х.:ХНУПС, 2010.
3. Керівництво по льотної експлуатації Мі-8МТВ-1. МГА.1994.
4. Яцина Є.В. Практична аеродинаміка вертольоту Мі-8 МТВ та його льотна експлуатація, КЛК НАУ, 2016.

#### Додаткова

1. Костенко В.М., Зінченко А.Г. та ін., Практична аеродинаміка вертольота Мі-8 МТ, ч.2., Х., ХНУПС, 2020

### Інформаційні ресурси в Інтернеті

## 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 е до розповсюдженню і поздовжньому відношенню.

Найбільш нестійкий на зовнішній підвісці поводяться 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 встановленою 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 вертоліт 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 стропи 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 зовнішньою 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 1 м.

У систему зовнішньої підвіски включений шарнірний вузол строп підвіски, який дозволяє вантажу обертатися щодо вузла підвіски, не навантажуючи вертоліт 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 підцепки 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 зва-чування перевірити просторове положення вантажу. Кут нахилу підстави вантажу допускається не більше 8 - 10 °. При більшому куті нахилу слід вибрати інші місця для підцепки вантажу. Вантажні стропа не повинні стосуватися вантажу. Якщо торкання вантажу стропами уникнути не вдається, слід надіти на них дюріти.

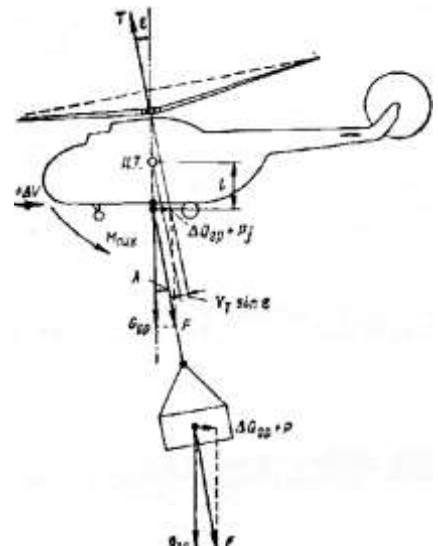
Підготовка вантажу проводиться фахівцями з десантного обладнання.

## 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.

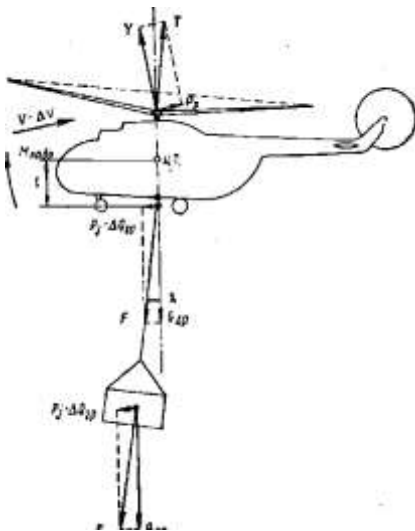
На зовнішній підвісці дозволяється перевозити вантажі масою не більше 5000 (3000) кг. При цьому максимальна злітна маса вертольоту не повинна перевищувати 13 000 кг. Необхідно враховувати, що тяга несучого гвинта залежить не тільки від висоти висіння, але і від таких факторів, як температура зовнішнього 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  $Y \sin \epsilon$  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  $250 \text{ км/ч}$  по приладу.

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

## **ТРАНСПОРТУВАННЯ РІЗНИХ ВАНТАЖІВ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ**

### **ЗЛІТ З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ**

Злітно-посадкові майданчики, при польотах з вантажем на зовнішній підвісці можуть бути розташовані на висоті до 4000 м. Вони повинні мати розміри льотної смуги не менше  $120 \times 60$  м, і мати відповідні повітряні підходи для цієї смуги. У центрі майданчика повинен бути ретельно спланована і укочена ділянка розміром не менше  $30 \times 30$  м.

В окремих випадках дозволяється проводити польоти з "колодязя", при цьому розмір льотної смуги майданчика повинен бути не менше  $60 \times 50$  м і повинні бути відповідні цьому майданчику підходи.



Вантаж транспортується на зовнішній підвісці в тих випадках, коли його з яких-небудь причин не можна розмістити у вантажній кабіні або утруднена його навантаження або розвантаження.

До польотів з вантажем на зовнішній підвісці допускаються командири Вертольотів Мі-8МТВ, що досконало освоїли цю машину і які пройшли тренування з транспортування вантажів на зовнішній підвісці. Довжина зовнішньої підвіски (від електрозамку) може бути від 5 до 40 м. Це залежить від рельєфу місцевості і габаритів вантажу.

Допускається одночасне транспортування вантажів на зовнішній підвісці та вантажів, і службових пасажирів всередині вантажної кабіни, при цьому злітна вага вертольота не повинен перевищувати 13000 кгс. Максимально допустимий злітна вага для конкретних умов визначається по номограмі.

Розміщення вантажів в кабіні в цьому випадку має бути таке, щоб центр ваги (без урахування вантажу на зовнішній підвісці) був  $+ 100 \pm 10$  мм, тобто попереду осі несучого гвинта.

Залежно від умов підцепки вантажу на зовнішню підвіску вертольоту здійснюється або після посадки вертольоту на майданчик поблизу вантажу або з режиму висіння.

Після підцепки вантажу командир вертольота, переконавшись, що вантаж підчеплений і наземний персонал знаходиться в безпечному місці, виконує вертикальний підйом до повного натягу підвісної системи. Збільшення висоти висіння здійснювати з вертикальною швидкістю 0,2 - 0,3 м / с строго над вантажем, не допускаючи пересування і бічного зсуву вертольота. Потім плавним переміщенням важеля КРОК-ГАЗ збільшити потужність до злітної і відокремити вантаж від землі. Після відділення вантажу від землі бортмеханік доповідає командирі про стан і розтаування тросів зовнішньої підвіски, про поведінку вантажу, а також про відстань вантажу до землі. Контрольне висіння виконується на висоті, що забезпечує відстань від вантажу до землі або перешкоди не менше 3 м.

При цьому частота обертів несучого гвинта повинна бути не менше 92%, а частота обертів турбокомпресорів двигунів - аж до злітної. Якщо вертоліт стійко висить на цій висоті, можна виконувати зліт.

На висінні не допускати розворотів вертольоту щодо вітру, так як при вітрі (особливо праворуч) може відбутися мимовільне розвертання вертольоту вліво.

Переконавшись в нормальній поведінці вантажу на зовнішній підвісці на висінні, плавно, без помітної зміни кута тангажу вертольоту виконати розгін з одночасним збільшенням загального кроку до частоти обертання несучого гвинта не менше 89% з подальшим переходом в набір висоти на злітному режимі роботи двигунів. При плавному виконанні переходу з висіння на розгін швидкості вертоліт практично не знижується. При досягненні швидкості 50 - 70 км / год по приладу перевести вертоліт в усталений набір висоти. При досягненні висоти 100 м збільшити поступальну швидкість до 100 км / год і зменшити режим роботи двигунів. Зліт здійснюват з включеними каналами крену і тангажа автопілота.

## ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ПОЛІТ З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

Особливості виконання горизонтального польоту з вантажем на зовнішній підвісці полягає в наступному:

- 1) Як вантаж, що знаходиться поза фюзеляжу, так і сама підвіска в випущеному положенні, збільшує аеродинамічний опір вертольота в цілому, тому кілометрові і часові витрати палива більше (на 10 - 50% в залежності від форми і розмірів вантажу), а дальність і тривалість менше, ніж при польоті на тій же швидкості з вантажем усередині фюзеляжу;
- 2) Поведінка вантажу залежить від форми і розмірів, а також від швидкості польоту - при досягненні певної швидкості починається поздовжнє і поперечне розгойдування вантажу з швидким наростанням амплітуди, що ускладнює пілотування і може створити загрозу безпеці польоту;
- 3) Умови на майданчиках підцепки і відчеплення вантажів, їх габарити визначають довжину підвіски, яка може бути такою ж, як довжина перехідного подовжувача - від 5 до 40 м; чим довше підвіска, тим нижче центр ваги системи "вертоліт-вантаж", тим більше ефективність управління (величина керуючого моменту, що діє на вертоліт при відхиленні ручки управління на  $1^\circ$ );
- 4) гнучкість системи вертоліт-вантаж призводить до виникнення розгойдування і закрутки вантажу.

Відповідно до цих особливостями в процесі підготовки до польоту слід врахувати згідно з рекомендаціями розд.3.2. Керівництва з льотної експлуатації вертольоту Мі-8 МТВ зменшення дальності і тривалості польоту.

Після набору висоти не нижче 200 м над місцевістю плавно збільшувати швидкість, додаючи по 5 - 10 км / год і витримуючи отриману швидкість 10 - 15 с (особливо при транспортуванні вітрильних вантажів типу повітряних суден - само-льотів і вертольотів. При появі поперечної розгойдування припинити збільшення швидкості і, якщо не зменшується, то знизити швидкість польоту або змінити режим польоту, виконавши набір або зниження на 30 - 50 м. Необхідно пам'ятати, що зі збільшенням швидкості польоту зменшується кілометровий витрата, тому встановити таку найбільшу швидкість польоту, при якій поведінка вантажу буде найбільш спокійним, керуючись обмеженнями РЛЕ. При транспортуванні повітряних суден рекомендовані швидкості складають:

Фюзеляжу літака - 120 - 150 км / г;

фюзеляжу вертольоту - 100 км/г

При транспортуванні фюзеляжу літака швидкість не повинна перевищувати 180 км /г, а фюзеляжу вертольоту - 100 км /г.

На подовжених (більше 20 м) тросах системи зовнішньої підвіски через зсув центру ваги вниз і збільшення плеча тяги допустимий діапазон нахилу конуса несучого гвинта, а отже, і ручки управління буде значно менше, ніж при більш високому розташуванні центра ваги. Це викликає серйозні труднощі в техніці пілотування, так як потрібні відхилення ручки стають дуже малими. Отже, щоб не створити занадто великих кутів крену і тангажа, треба ретельно

співставляти рух. Через нежорсткий зв'язок вантажу з вертольотом при різкому переміщенні ручки управління або педалей вантаж з відставанням слідує за вертольотом, що при подальшому русі призводить до забігання вантажу вперед, тобто створюються поперемінно то кабіруючі, то пікіруючі моменти на фюзеляж, що ускладнює пілотування.

## ЗНИЖЕННЯ З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

Дія пілота при переході на планування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці повинні бути спрямована на більш плавне гальмування швидкості (щоб уникнути можливої сильної розкачки вантажу) і витримування більш пологої траєкторії планування, ніж при плануванні з вантажем в кабіні. Гальмування вертольоту має виконуватися з плавним збільшенням потужності двигунів, при цьому не повинно бути значного опускання хвостової балки.

При транспортуванні вантажів на довгих тросах навіть плавний перехід на режим планування викликає розгойдування вантажу і вертольоту. При установці на вертольоті модернізованої підвіски, обладнаної системою гасіння коливань вантажу, техніка пілотування вертольоту буде значно спрощена. Як в горизонтальному польоті вантаж на плануванні "відстає" від вертольоту, що створює додатковий пікіруючий момент на вертоліт. З цієї причини ручка управління повинна бути трохи більше відхилена на себе в порівнянні з положенням ручки при плануванні вертольоту з вантажем в кабіні.

Зниження вертольоту до початку гальмування необхідно виконувати з вертикальною швидкістю не більше 2 - 3 м / с при шляховій швидкості, що виключає появлення розгойдування вантажу (100 - 110 км / г).

Гальмування перед зависанням необхідно починати завчасно і плавно проти вітру з таким розрахунком, щоб на висоті 25 - 30 м швидкість по приладу була не більше 60 км / год, вертикальна швидкість зниження 1 - 2 м / с. Гальмування від швидкості 70 км / год до повного зависання супроводжується підвищеними вібраціями. Якщо гальмування виконувати в темпі, звичайному для посадки повер-толітному з вантажем в кабіні, то в результаті сильного забігання вантажу вперед і різких дій органами управління для парирування з'являється кабіруючий момент, можлива сильне поздовжнє розгойдування вантажу, небезпечне збільшення кутів тангажа, що викличе необхідність скидання вантажу. Гальмування швидкості виконувати з таким розрахунком, щоб виконати зависання з недольотом 15 - 20 м до місця відчеплення вантажу на висоті 3 - 5 м від вантажу до землі, потім виконати підліт.

## ПОСАДКА ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ

Виконавши зависання з недольотом 15 - 20 м до місця відчеплення вантажу на висоті, при якій відстань від вантажу до землі дорівнюватиме 3 - 5 м, виконати підліт. Щоб уникнути тряски вертольоту підліт виконувати на швидкості 5 - 10 км / г. Якщо командир не зміг плавно зменшити швидкість до моменту підльоту до майданчика, на якому потрібно відчепити вантаж, необхідно припинити подальше

зниження швидкості підльоту без зменшення потужності двигунів, збільшити швидкість польоту до 60 - 100 км / г і перейти в набір висоти, після чого виконати повторний захід на посадку для відчеплення вантажу.

Звісно і вертикальне зниження з вантажем необхідно виконувати строго проти вітру, так як пілотування при бічному вітрі утруднено і небезпечно. Відхиляючи ручку циклічного кроку для парирования знесення назустріч вітру, пілот нахиляє тягу несучого гвинта, в результаті вертикальна складова тяги може зменшитися настільки, що навіть при використанні злітної потужності вертоліт буде знижуватися, а ручка циклічного кроку може стати на упор.

При бічному вітрі (особливо праворуч) і повному використанні потужності двигунів внаслідок зменшення частоти обертання несучого гвинта може статися мимовільне зниження, а через зменшення частоти обертання хвостового гвинта може відбутися мимовільний розворот вертольоту вліво.

Після стійкого зависання вертольоту над місцем відчеплення виконати, плавно зменшуючи загальний крок несучого гвинта, вертикальне зниження, не допускаючи, щоб уникнути пошкодження вантажу, вертикальної швидкості приземлення більше 0,5 м / с. При опусканні вантажу уникати зсуву вертольоту, особливо при малому надлишку тяги, оскільки на зміщення витрачається частина тяги, що веде до грубого приземлення вантажу. Зсув вертольоту може привести до волочіння та перекидання вантажу, що може викликати великі навантаження в системі зовнішньої підвіски і ривки вертольоту.

При укладанні довгомірного вантажу почекати, поки під дією струменя вантаж розгорнеться в потрібному напрямку і приземлити його. Довгомірний вантаж, що перевозиться в вертикальному положенні, необхідно укладати в заданому напрямку, не допускаючи нестійкої рівноваги його у вертикальному положенні, що може призвести до різкого розвороту вантажу.

При включеному вимикачі "Автомат. Скидання" в момент приземлення вантаж повинен автоматично відчепитися (при зменшенні навантаження на замок до 75-25 кгс), загориться табло "Вантаж скинутий" підвісна система впаде на вантаж. Якщо не відбулося відкриття замку при включеному вимикачі "Автомат. Скидання" або є побоювання, що падаюча підвісна система може пошкодити вантаж, зробити подальше плавне зниження вертольоту зі зміщенням в сторону, по команді оператора командирів відкрити замок зовнішньої підвіски, натиснути на кнопку тактичного скидання, після цього має спалахнути табло "Замок відкритий".

У разі відмови електричного управління після укладання вантажу на землю виконати вертикальне зниження над вантажем з подальшим зміщенням в сторону на висоті, що дозволяє наземному персоналу відчепити гаки-карабіни підвісної системи від вантажу або скобу павука від гака каната, і вручну кнопкою механічного спуску відкрити замок.

Переконавшись по горінню табло "Вантаж скинутий" або по доповіді оператора, що вантаж відчеплений, командирів вертольоту дати команду бортоператору прибрати ферму підвіски. Після доповіді бортоператора про те, що ферма прибрана і встала на засувку, здійснити посадку або продовжити політ відповідно до завдання.

## ОСОБЛИВОСТІ ПІЛОТУВАННЯ ВЕРТОЛЬОТА З ВАНТАЖЕМ НА ЗОВНІШНІЙ ПІДВІСЦІ ВНОЧІ

Техніка пілотування вертольоту з вантажем на зовнішній підвісці вночі практично не відрізняється від техніки його пілотування вдень. Однак при виконанні польотів вночі з вантажем на зовнішній підвісці слід враховувати ряд особливостей.

До польотів з вантажем на зовнішній підвісці вночі допускаються екіпажі, що мають досвід польотів на вертольоті вночі і досвід транспортування вантажів на зовнішній підвісці вдень.

Вночі дозволяється транспортування на зовнішній підвісці вантажів, поведінку яких перевірено в польоті вдень.

Дії екіпажу при транспортуванні вантажу на зовнішній підвісці вночі, а також способи та порядок підцепки (відчеплення) вантажу такі ж, як і вдень.

При виконанні підцепки вантаж повинен бути освітлений наземним прожектором або іншим джерелом світла. Якщо такої можливості немає, освітлення вантажу виконувати фарами вертольоту.

У всіх випадках зависання вертольоту над вантажем повинно виконуватися з включеними фарами: промінь світла правої фари повинен бути спрямований вниз і висвітлювати вантаж і місцевість під вертольотом, промінь лівої фари - вперед і вниз і висвітлювати місцевість перед вертольотом.

Після підцепки і підйому вантажу відстань до землі визначати по радіовисотоміру, встановивши задатчик небезпечної висоти на значення, що на 3 - 5 м перевищує загальну довжину зовнішньої підвіски з урахуванням висоти вантажу, і за інформацією керівника польотів.

Розгін і набір висоти здійснювати з включеними фарами. На висоті 70 - 100 м вимкнути фари і перейти на пілотування за приладами. Бортовому механіку контролювати поведінку вантажу в польоті, для чого 2 пілотові періодично висвітлювати вантаж фарою.

Швидкість набору висоти, горизонтального польоту та планування витримувати в межах, встановлених для денних польотів.

Місце укладання повинне бути освітлене світловим орієнтиром.

Захід на укладку, приземлення і відчеплення вантажу проводити з включеними фарами: промінь правої фари спрямований вниз, лівої - вперед і вниз.

При заході на укладку вантажу розворот для виходу на посадкову пряму виконувати дещо далі, ніж вдень, щоб процес гасіння швидкості був більш тривалим. Проте віддалення місця четвертого розвороту від квадрата для укладання має бути таким, щоб пілот бачив ліхтарі, що позначають квадрат. Це дасть можливість більш точно вийти до місця відчеплення і уникнути розгойдування вантажу, яке може виникнути при виправленні заходу.

На плануванні строго контролювати висоту польоту, користуючись показаннями радіовисотоміру.

Техніка виконання розрахунку для укладання вантажу в квадрат, що не освітлений прожектором, утруднена, так як втрачається глибинне уявлення про відстані початку зниження і гасіння швидкості для зависання вертольоту. Тому для полегшення розрахунку, особливо в перші польоти, доцільно місце укладання

вантажу висвітлювати наземним прожектором.

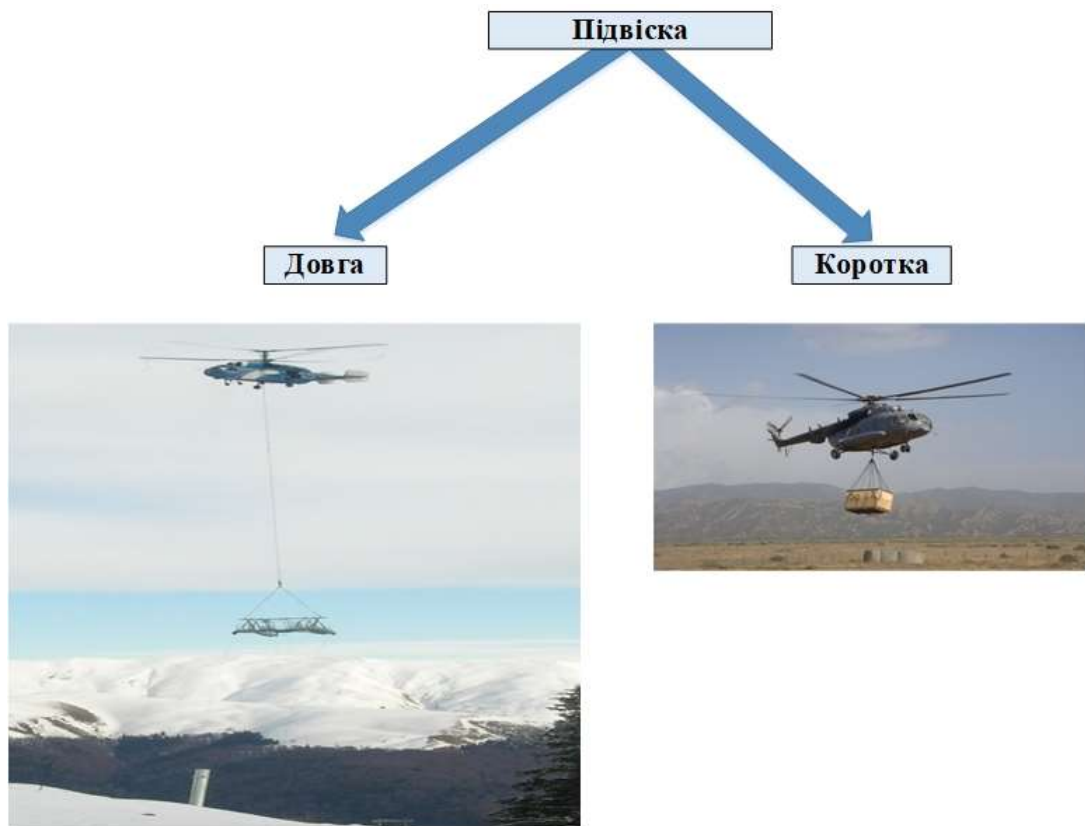
У процесі планування на висоті 100 м включити праву фару для освітлення вантажу, а на висоті 50 - 70 м - ліву посадкову фару.

Спрацювання задатчика небезпечної висоти свідчить про те, що відтань від вантажу до землі становить 3 - 5 м. Уточнення розрахунку на укладку вантажу виконувати без зниження, по командам керівника польотів і сигналам бортмеханіка. Дії екіпажу при відчеплення (підцепці) вантажу такі ж, як і вдень.

### ЗАСТОСУВАННЯ ДОВГИХ ПІДВІСОК

Довгою підвіскою «long-line» називають тросові підвіски загальною довжиною понад 30 м. В залежності від потреб і характеру завдань, що вирішуються за допомогою вертольоту, вибирається довжина підвіски, яка в кожному конкретному випадку має свою величину. Для доставки вантажу на майданчик з обмеженим підходом, для забезпечення безпечної відстані від лопатей несучого гвинта до дерев у вузьких ущелинах з високими деревами на схилах доводиться збільшувати довжину підвіски. Вертольоти Мі-8МТВ можуть виконувати роботи, використовуючи підвіску більш 120 м з «павуком». «Павуком» називають спеціальний пристрій, що складається з чотирьох тросів, поєднане загальним кільцем з основним тросом підвіски. Вільні кінці кожного троса мають гак для підцепки вантажної платформи або окремих вантажів. Крім вирішення завдань щодо забезпечення безпечних відстаней від вертольоту до перешкод, довга підвіска забезпечує самостійну оцінку положення вантажу в просторі під вертольотом.

Використовуючи короткі підвіски, пілот може здійснювати маневри у землі, вибираючи орієнтири на підстильній поверхні, працюючи по командам з землі і від членів екіпажу. При цьому пілот здійснює не управління поведінкою вантажу, а пілотування вертольоту. Використовуючи довгу підвіску, пілот вертольоту отримує можливість одночасно мати візуальний контакт з вантажем, оцінювати його поведінку і проводити операції по балансуванню вантажу. Використовуючи «long-line» - техніку пілотування, будують підвісні дороги в Альпах, Сочі, Карпатах, рятують потерпілих з вузьких ущелин в Скелястих горах Північної Америки, виконують трелювання дерев з кронами і ще багато іншого.



## ХАРАКТЕРНІ ПОМИЛКИ

*1. Відрив вантажу зі зміщенням.* Ця помилка виникає при неточному висінні вертольоту над вантажем перед відривом. Залежно від положення вертольоту щодо вантажу в момент відриву може статися різка зміна кута тангажу або накренення вертольоту. Крім того, при неточному висінні відбувається нерівномірний натяг вантажних строп, що може привести до відриву тросів або поломці вузлів підвіски вантажу. Відрив вантажу зі зміщенням зазвичай супроводжується волочінням, а після відриву виникає розгойдування вантажу, що значно ускладнює зліт.

Особливо велике зміщення вантажу при відриві може бути при неточному висінні над вантажем і різкому збільшенні загального кроку несучого гвинта перед відривом. Щоб вантаж відокремився від землі без зсувів, потрібно точно виконувати сигнали бортмеханіка, перед відривом висіти строго над вантажем, не допускати різкого збільшення потужності двигунів.

*2. Зниження вертольоту при переході на розгін швидкості.* Така помилка спостерігається при різкому відхиленні ручки управління вперед для переводу вертольоту на розгін. Зниження вертольоту при переході на розгін може призвести до торкання вантажу об землю. Вантаж в цьому випадку слід відчепити.

Зниження не відбудеться або воно буде незначним (без торкання вантажу з землею), якщо перевод на розгін виконується плавно, без помітної зміни кута тангажу.

3. *Різке гасіння швидкості вертольоту.* Помилка найчастіше з'являється, коли вертолiт підходить до місця зависання на підвищеній швидкості. В цьому випадку пілот, прагнучи зависнути над зазначеним місцем, змушений гасити швидкість більш енергійно, що призводить до надмірного опускання хвостової балки і розгойдування вантажу. Все це значно ускладнює виконання зависання і укладку вантажу.

Щоб гасіння відбувалося більш плавно, необхідно своєчасно починати зменшення швидкості і в процесі гасіння (особливо перед зависанням) не допускати різких і непропорційних відхилень ручки управління.

4. *Опускання вантажу з великою вертикальною швидкістю.* Помилка є наслідком невідповідних рухів важелем КРОК-ГАЗ при вертикальному зниженні. Вона може привести до пошкодження вантажу. Щоб не допустити цього, пілот повинен після зависання дуже плавно діяти важелем КРОК-ГАЗ, з огляду на недостатню прийомистість двигунів і інерцію завантаженого вертольоту.

5. *Зниження вертольота для укладання вантажу зі зміщенням.* Помилка допускається в тому випадку, якщо пілот не намічає орієнтири попереду і зліва, що зазвичай призводить до перекидання вантажу при укладанні його на землю. Щоб цього не сталося, при зависанні над місцем відчеплення слід намічати зазначені орієнтири. По передньому орієнтиру визначаються бічні переміщення, а по орієнтиру зліва - переміщення вперед і назад, що забезпечує збереження вертикальності зниження.

**ВАНТАЖ ЯКИЙ ТРАНСПОРТУЄТЬСЯ НА ЗОВНІШНЬОЇ ПІДВІСЦІ, ПОВИНЕН БУТИ СКИНУТО В НАСТУПНИХ ВИПАДКАХ:**

- на висінні, якщо використана максимальна потужність двигунів, а вертолiт мимовільно знижується, або якщо сніговий (запорошений) вихор ускладнює візуальний контакт із землею;
- при торканні вантажем землі або перешкоди в момент розгону або гальмування вертольоту;
- при великому розгойдуванні вантажу, що загрожує безпеці польоту;
- при необхідності провести вимушену посадку, коли приземлення з вантажем неможливо;
- при відмові двигуна (двигунів);
- при аварійній обстановці в польоті - за рішенням командира вертольоту.