

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

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Принципи польоту: вертоліт Мі-2»
обов'язкових компонент освітньо-професійної програми першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти

Аеронавігація

за темою № 9 – Рулювання, зліт і посадка вертольота

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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 з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії Аеронавігації
протокол від 14.06.2023 № 13

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. Рулювання
 - 1.1 Умови рулювання
 - 1.2 Виконання
 - 1.3 Льотні обмеження
2. Зліт
 - 2.1 Загальні положення
 - 2.2 Виконання висіння, розворотів на висінні, переміщень
 - 2.3 Зліт по вертолiтному з розгоном швидкості в зоні впливу «повітряної подушки»
 - 2.4 Зліт по вертолiтному з розгоном швидкості поза зоною впливу «повітряної подушки»
 - 2.5 Зліт з розгоном
3. Посадка
 - 3.1 Загальні положення
 - 3.2 Посадка по вертолiтному з зависанням в зоні впливу "повітряної подушки "
 - 3.3 Посадка по вертолiтному без використання впливу «повітряної подушки»
 - 3.4 Посадка з пробігом

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. Костенко В.М., Алімпієв А.М., Котов О.Б. та ін., Практична аеродинаміка навчального вертольота Мі-2: підр. – Х.:ХНУПС, 2016
4. Керівництво з льотної експлуатації вертольоту Мі-2.

Додаткова

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Рулювання

Рулювання, це основний вид переміщення вертольоту по землі. Для вертольотів з колісними шасі, воно вигідніше, ніж підльоти, так як потужність, що потрібна для рулювання становить 25-40% від номінальної потужності.

Руління виконується на рівному і міцному ґрунті. Якщо ґрунт нерівний або в'язкий, а також при рихлому або глибокому снігу, замість руління треба виконати підліт або переміщення на старт.

Якщо немає можливості виконувати руління, переміщення або підліт, виконується голювання¹.

1.1 Умови рулювання

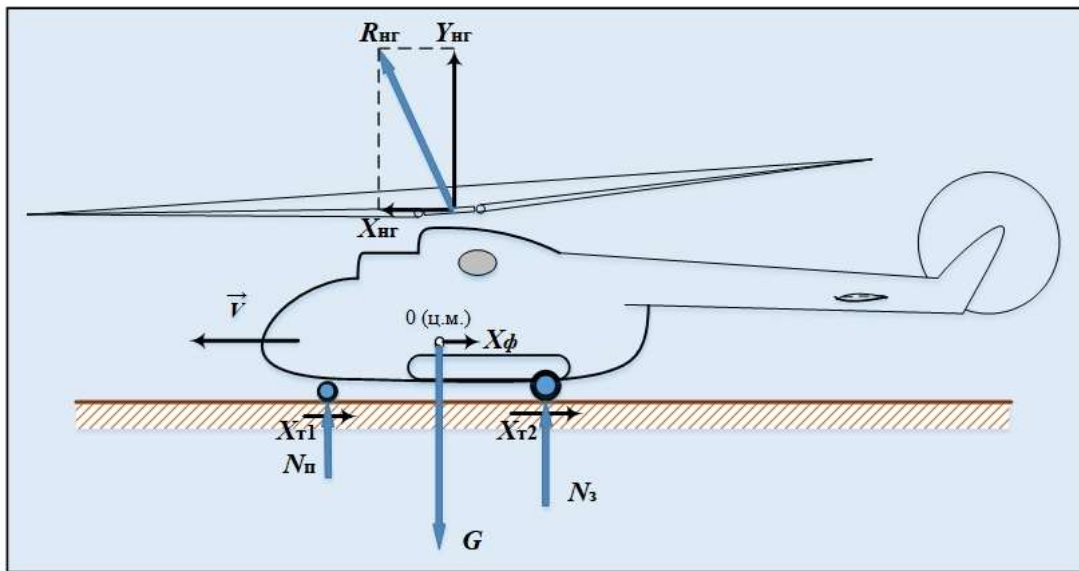


Рисунок 1. Схема сил на рулюванні

Умови рівноваги:

$$\text{Умови контакту з землею: } \sum F_Y = Y_{нв} - G + \sum N_i = 0$$

$\sum N_i$ – сума нормальних реакції з боку землі;

$$\text{Умова } V_{рул} = const: \sum F_X = X_{нг} - \sum X_{Ti} = 0$$

$\sum X_{Ti}$ – сума сил тертя

1.2 Виконання

- а) При тривалому рулюванні зняти зусилля з ручки управління
- б) Швидкість рулювання не повинна бути більше швидкості людини, яка швидко рухається

¹ Голювання (укр) - буксировка

- в) При рулюванні з бічним вітром вертоліт має тенденцію до розвертання проти вітру. Розвертання треба парувати відповідним відхиленням педалей і ручка управління відхиляється проти вітру.
- г) Розвертання виконуються повільним відхиленнями педалей, не дозволяється виконувати розвертання з малим радіусом і на підвищеній швидкості, так як при енергійному розвертанні з'являється тенденція до появи «юз» і перекиданню.
Якщо з'являється така тенденція, треба негайно зменшити потужність двигунів, відхилити РЦШ проти крену, а педаль – в сторону «юзу» і зупинити вертоліт. Якщо немає можливості виконувати рулювання без «юзу» (слизький ґрунт з бічним вітром).
- е) для зупинки в процесі рулювання необхідно використати гальма і несучий гвинт – відхилення РЦШ «на себе» не повинно бути більше $1/3$ - $1/2$ половини ходу від нейтралі.

1.3 Льотні обмеження

Максимально-допустима швидкість на рулюванні (переміщеннях і підльотах):

- спереду - 18 м/с
- збоку – 10 м/с
- позаду – 5 м/с

2. Зліт

2.1 Загальні положення

Зліт - це несталий прискорений рух вертольота від старту до набору висоти, на якій можливі безпечні маневри. Зліт вертольота включає кілька етапів:

- контрольне висіння (при необхідності, розвороти на висінні і переміщення);
- розгін швидкості (при зльоті з розгоном розгін по землі)
- сталий набір висоти по похилій траєкторії.

При зльоті швидкість вертольота змінюється від нуля до швидкості усталеного набору, як правило, це економічна швидкість. Зліт можливий тільки при наявності запасу потужності. Залежно від метеоумов, розмірів майданчика, завантаження, пілот може застосувати один з трьох видів зльоту:

- **зліт по вертолітному з розгоном швидкості в зоні впливу «повітряної подушки»;**
- **зліт по вертолітному з розгоном швидкості поза зоною впливу «повітряної подушки»;**
- **зліт з розгоном - з розгоном швидкості по злітній смузі.**

Траєкторія зльоту має проходити не ближче 10 м від перешкоди і не повинна проходити через небезпечні зони.

*2.2 Виконання висіння, розворотів на висінні, переміщень**

Для зависання вертольота необхідно створити підйомну силу НВ більше, ніж сила ваги вертольота, для чого необхідно збільшити крок НВ і потужність двигунів за допомогою важеля «крок-газ». При збільшенні кроку НВ збільшується його опір, а значить і збільшується реактивний момент НВ, розвертає вертолiт вліво. Для витримки напряду необхідно відхиленням правої педалі збільшити тягу РВ і тим самим збільшити момент розвертає вертолiт вправо. При збільшенні тяги РВ вертолiт прагне переміститися вліво, для запобігання цьому переміщення, необхідно створити силу рівну тязі РВ і протилежну по напрямку, відхиливши конус НВ вправо за допомогою ручки циклічного кроку. Положення РЦШ в поздовжньому відношенні залежить від наявності кута заклиненому вала і поздовжньої центрування вертольота. Вертолiт при відриві від землі буде опускати ніс і для його балансування необхідно відхилити РЦШ «до себе» від нейтрального положення. На вертольоті Мі-2 є кут заклиненому вала, тому для запобігання переміщення вперед вертольота при відриві від землі необхідно відхилити РЦШ «до себе». При гранично задньої центрівці вертолiт балансується при відхиленні РЦШ вперед від нейтрального положення. При наявності вітру, для запобігання переміщення вертольота під його дією, необхідно додатково відхилити РЦШ проти вітру. Величина і темп відхилення всіх органів управління повинні бути відповідні розміром і темпу відхилення вертольота. Після відриву вертольота від землі вертикальна швидкість і висота висіння регулюються за допомогою важеля «крок-газ». На вертольоті Мі-2 є кут заклиненому вала, тому для запобігання переміщення вперед вертольота при відриві від землі необхідно відхилити РЦШ «до себе». При гранично задньої центрівці вертолiт балансується при відхиленні РЦШ вперед від нейтрального положення. При наявності вітру, для запобігання переміщення вертольота під його дією, необхідно додатково відхилити РЦШ проти вітру. Величина і темп відхилення всіх органів управління повинні бути відповідні розміром і темпу відхилення вертольота. Після відриву вертольота від землі вертикальна швидкість і висота висіння регулюються за допомогою важеля «крок-газ». На вертольоті Мі-2 є кут заклиненому вала, тому для запобігання переміщення вперед вертольота при відриві від землі необхідно відхилити РЦШ «до себе». При гранично задньої центрівці вертолiт балансується при відхиленні РЦШ вперед від нейтрального положення. При наявності вітру, для запобігання переміщення вертольота під його дією, необхідно додатково відхилити РЦШ проти вітру. Величина і темп відхилення всіх органів управління повинні бути відповідні розміром і темпу відхилення вертольота.

Після відриву вертольота від землі вертикальна швидкість і висота висіння регулюються за допомогою важеля «крок-газ». При гранично задньої центрівці вертолiт балансується при відхиленні РЦШ вперед від нейтрального положення. При наявності вітру, для запобігання переміщення вертольота під його дією, необхідно додатково відхилити РЦШ проти вітру. Величина і темп відхилення всіх органів управління повинні бути відповідні розміром і темпу відхилення вертольота. Після відриву вертольота від землі вертикальна швидкість і висота висіння регулюються за допомогою важеля «крок-газ».

Для виконання розвороту на висінні потрібно порушити колійне рівновагу відхиленням педалей. При розвороті вправо необхідно відхиленням правої педалі збільшити тягу РВ і тим самим збільшити розвертає вправо. При сталому висінні крутний момент від двигуна (двигунів) дорівнює моменту опору обертанню несучих і кермового гвинтів - частота обертання НВ постійна.

$$M_{KP} = M_{conpHB} + M_{conpPB} ;$$

При відхиленні правої педалі збільшується інсталяційний кут лопатей РВ, що призводить до збільшення опору РВ, до порушення рівності моментів крутного і опору.

$$M_{KP} > M_{conpHB} + M_{conpPB} \uparrow ;$$

Це нерівність призводить до короточасного зменшення частоти обертання НВ, до зменшення підйомної сили НВ, а значить до зниження вертольота. Для запобігання зниженню при розвороті вправо необхідно важелем «крок-газ» збільшити крок НВ.

При розвороті вліво необхідно відхиленням лівої педалі зменшити тягу РВ і тим самим порушити колійне рівновагу. Вертолiт під дією реактивного моменту НВ розгортатиметься вліво. При відхиленні лівої педалі зменшується інсталяційний кут лопатей РВ, що призводить до зменшення опору РВ, до порушення рівності моментів крутного і опору.

$$M_{KP} > M_{conpHB} + M_{conpPB} \downarrow$$

Це нерівність призводить до короточасного збільшення частоти обертання НВ, до збільшення підйомної сили НВ, а значить до збільшення висоти висіння вертольота. Для запобігання набору висоти при розвороті вліво необхідно важелем «крок-газ» зменшити крок НВ.

Для запобігання попадання РВ в режим «вихрового кільця» необхідно обмежити кутову швидкість при розворотах на висінні.

Для виконання переміщення необхідно порушити рівновагу вертольота, створити в горизонтальній площині силу, яка буде переміщати вертолiт в потрібному нам напрямку. Для створення такої сили необхідно відхилити РЦШ в напрямку переміщення, це призведе до відхилення повної аеродинамічної сили « $R_{нв}$ » і появи «пропульсивной» сили в напрямку переміщення. З огляду на те що ця сила не врівноважена, вона буде переміщати вертолiт. Але при

відхиленні «R_{нв}» врівноважувати вагу вертольота буде складова сили «R_{нв}», яка завжди менше сили «R_{нв}» і вертоліт почне знижуватися. Для запобігання зниженню необхідно збільшити «R_{нв}» підняттям важеля «крок-газ».

При переміщенні вправо або вліво вертоліт за принципом флюгера розгортається носом в сторону переміщення, для запобігання розвороту необхідно відхилити педаль в сторону протилежну розвороту. При невеликих відхиленнях педалі частота обертання НВ і висота польоту практично не змінюються. При переміщенні зі значною швидкістю та ще проти вітру для утримання вертольота від розвороту в бік переміщення потрібно значне відхилення педалі, що призводить до зміни частоти обертання НВ і висоти аналогічно як при розворотах на висінні.

Для підвищення безпеки польотів при виконанні висіння і переміщеннях, вводяться обмеження:

- кутова швидкість при розворотах на висінні - не більше 20 град/сек;
- швидкість переміщення вперед не більше 20 км / год, тому і в сторону - не більше 10 км/год;
- висота польоту над рівною майданчиком не менше 2-3м, над перешкодою не менше 10 м, над повітряними судами не менше 30 м;
- при розворотах на переміщенні крен не більше 10 град.

При виконанні висіння, розворотів на висінні і переміщеннях, для збереження керованості вертольота, про необхідність дотримання обмежень по швидкості вітру, встановлені керівництвом з льотної експлуатації.

2.3 Зліт по вертолітному з розгоном швидкості в зоні впливу «повітряної подушки»

Цей вид зльоту є основним для всіх вертольотів. Він дозволяє збільшити вантажопідйомність за рахунок впливу «повітряної подушки», але для його виконання потрібно досить велика рівний майданчик, не менше 120х25м. і відсутність перешкод в напрямку зльоту (рис.2).

Контрольне висіння виконується на висоті 2-3 м в зоні впливу «повітряної подушки». На контрольному висінні по висоті висіння визначається запас потужності і можливість вертольота безпечно виконати цей вид зльоту, а по положенню РЦШ в поздовжньому відношенні визначається центрування вертольота. Якщо вертоліт висить на режимі нижче злітної, то у нього є запас потужності для запобігання зниженню вертольота в початковій стадії розгону швидкості - можна продовжувати зліт. Якщо на контрольному висінні вертоліт висить на злітному режимі, то у нього немає запасу потужності і існує небезпека зіткнення з землею на початку розгону тому для запобігання зниженню немає потужності - виконувати розгін швидкості не можна. Для отримання запасу потужності необхідно посилити вплив «повітряної подушки», зменшити висоту висіння до мінімальної безпечної висоти 0,5-1 м.,

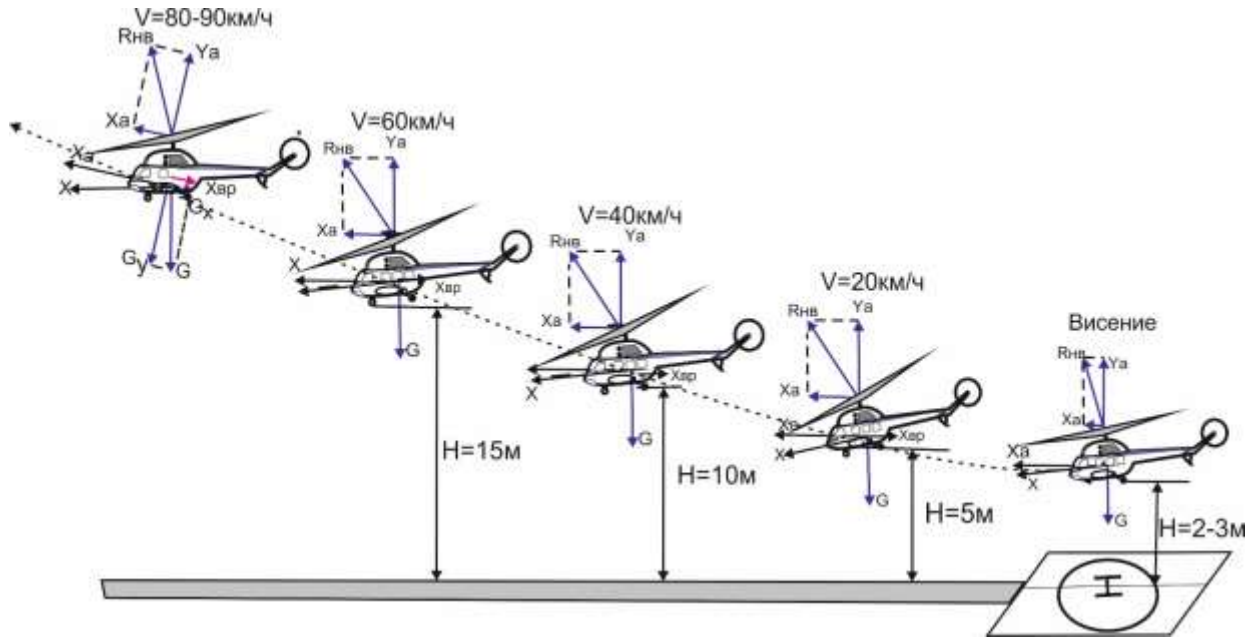


Рисунок 2. Зліт по вертолітному з розгоном швидкості в зоні впливу «повітряної подушки».

Для розгону швидкості необхідно плавно відхилити РЦШ вперед «від себе» і одночасно важелем «крок-газ» парировати зниження вертольота. На початку розгону вертоліт робить просідання, починає знижуватися тому конус і повна аеродинамічна сила $R_{нв}$ відхилені вперед, то вага вертольота утримує складова сили $R_{нв}$, яка завжди менше $R_{нв}$ і менше ваги вертольота і для запобігання зіткнення вертольота з землею необхідно збільшити силу $R_{нв}$ незначним підняттям важеля «крок-газ». Темп і величина зниження вертольота буде залежати від плавності і величини відхилення РЦШ, від ваги вертольота, від швидкості зустрічного вітру. Чим плавніше і менше відхиляється РЦШ, чим менше вага вертольота і більше швидкість зустрічного вітру, тим менше просадка вертольота. Початкова стадія розгону виконується в зоні впливу «повітряної подушки», але в міру збільшення швидкості «повітряна подушка» здувається тому і її вплив зменшується. Осідання вертольота не відбувається тому в процесі розгону збільшується ефект косою обдування НВ, який ефективніше «повітряної подушки» і вертоліт починає «спухати» тобто набирати висоту. У міру збільшення швидкості відбувається завал конуса НВ назад і вправо, необхідно парировати ці відхилення переміщенням РЦШ вперед і вліво. Переклад в набір висоти рекомендується виконувати тоді, коли ефект косою обдування досягне максимального значення тобто вертоліт досягне економічної швидкості. При цих умовах буде максимальний надлишок потужності, а значить і максимальна вертикальна швидкість, мінімальний час набору безпечної висоти, мінімальна дистанція зльоту. Але якщо зліт відбувається в бік перешкоди, що по можливості потрібно уникати, то переклад в набір висоти потрібно виконувати на швидкості забезпечує максимальний кут набору висоти 60-70 км / ч. (Рис.2).

Для її виконання необхідно:

- виконати контрольне висіння на висоті 2-3м, при необхідності знизитися до висоти 0,5-1м;
- виконувати розгін швидкості з таким розрахунком, щоб:
 - * На висоті 5 м швидкість була 20 км/год;
 - * На висоті 10 м швидкість була 40 км/год;
 - * На висоті 15 м швидкість була 60 км/год;
- на швидкості 80-90 км/год, відхиленням РЦШ «до себе», перевести вертоліт в набір висоти і встановити швидкість 100 км/год.

2.4 Зліт по вертолітному з розгоном швидкості поза зоною впливу «повітряної подушки»

Цей вид вльёта застосовується тоді, коли немає можливості виконати зліт з використанням впливу «повітряної подушки», маленька майданчик оточений високими перешкодами. Висота висіння повинна бути вище перешкод, які розташовані в бік зльоту, щоб при зниженні в розгоні вертоліт не зіткнувся з перешкодою. При виконанні контрольного висіння, так само як і при зльоті з використанням «повітряної подушки», повинен бути запас потужності для запобігання зниженню в розгоні. Відсутність «повітряної подушки» зменшує підйомну силу НВ і помітно знижується вантажопідйомність вертольота. Розгін швидкості і перекид в набір висоти виконується аналогічно як при зльоті з використанням «повітряної подушки» (рис.3). Такий вид зльоту самий не продуктивний, але зате не потрібно великих витрат на будівництво майданчика, вона повинна бути не менше 35х15м.

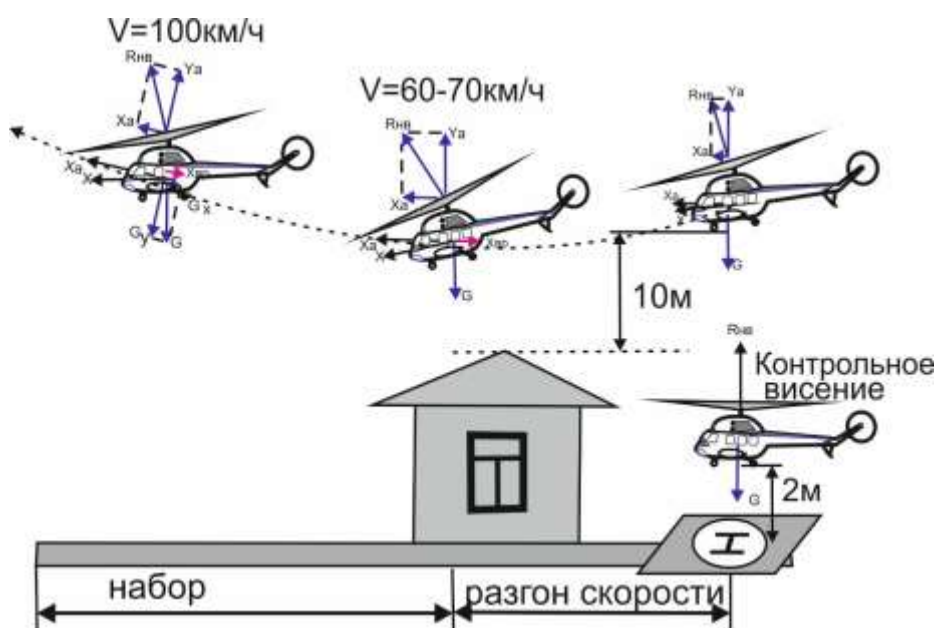


Рисунок 3. Зліт по вертолітному з розгоном швидкості поза зоною впливу повітряної подушки.

Для її виконання необхідно:

- виконати контрольне висіння, визначити запас потужності, вертоліт повинен висіти на висоті не менше 2 м. з запасом потужності не менше 3% по оборотам турбокомпресора двигунів;
- плавним збільшенням загального кроку НВ, збільшити висоту і виконати висіння на висоті, що перевищує перешкоди на 10 м в напрямку зльоту;
- після стійкого висіння на цій висоті, відхилити РЦШ «від себе» з одночасним збільшенням потужності двигунів, аж до злітної режиму, для запобігання зниженню вертольота;
- розігнати вертоліт до переходу НВ на косу обдувку і на швидкості 60-70 км/год відхиленням РЦШ «до себе» плавно перевести вертоліт в набір висоти з збільшенням швидкості до 100 км/год;
- зменшити режим двигунів до номінального і продовжити на цьому режимі набір висоти до 100м.

2.5 Зліт з розгоном

Зліт з розгоном можливий на вертольотах з колісними шасі. Перевагою такого зльоту є те, що відрив вертольота від землі виконується в умовах косого обдування НВ. Це дає можливість значно збільшити вантажопідйомність вертольота, для Мі-2 збільшення вантажопідйомності на 150 кг.

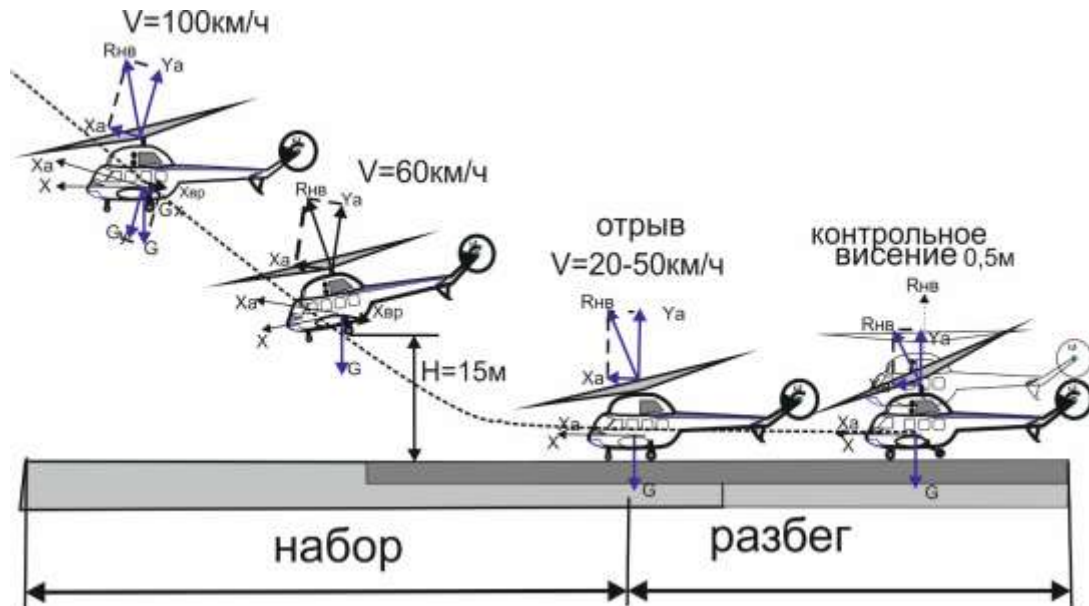


Рисунок 4. Зліт з розгоном.

Такий зліт подібний зльоту літака тому, іноді його називають «зліт по - літаковому» (рис.4).

Для виконання такого зльоту необхідно:

- виконати контрольне висіння, визначити запас потужності і центрування - вертоліт повинен висіти на висоті не менше 0,5 м;

- приземлити вертоліт;
- плавним відхиленням РЦШ «від себе» і збільшенням кроку НВ, створити рушійну силу, більшу за величиною сили тертя коліс і виконати розгін вертольота по злітній смузі до швидкості 20-50 км/год і збільшенням кроку відірвати вертоліт від землі;
- подальший розгін швидкості виконувати з плавним збільшенням висоти на злітному режимі двигунів, на висоті 15 м швидкість повинна бути 60 км/год;
- при досягненні швидкості 60-70 км/год відхиленням РЦШ «до себе» перевести вертоліт в набір висоти з плавним збільшенням швидкості до 100 км/год (максимальна скоропідйомність). При наявності перешкод за курсом зльоту, набір висоти виконувати на швидкості 60 -70 км/год (максимальний кут набору);
- після подолання перешкод, на висоті не менше 20 м над перешкодами, відхиленням РЦШ «від себе» розігнати вертоліт до швидкості 100 км/год, зменшити режим двигунів до номінального і продовжити набір висоти до 100 м.

Цей вид зльоту дозволяє перевезти максимальна вага вантажу, але для його виконання потрібна площадка не менше 120 x 25 м і злітна смуга не менше 110 x15 м, Що істотно обмежує його застосування.

3. Посадка

3.1 Загальні положення

Посадка, це завершальний етап польоту і один з найбільш складних по техніці пілотування. Посадка, це несталий (уповільнене) рух вертольота, в ході якого гаситься кінетична енергія вертольота до безпечного приземлення.

Захід на посадку рекомендується виконувати проти вітру, це збільшує запас потужності, запас управління, спрощує техніку пілотування. Залежно від метеоумов, розмірів майданчика і завантаження пілот може застосувати одну з трьох видів посадок:

- **посадка по вертолітному, з зависанням в зоні впливу «повітряної подушки»;**
- **посадка по вертолітному, з зависанням поза зоною «повітряної подушки»;**
- **посадка з пробігом або з літакового** (для вертольотів з колісним шасі).

Посадка складається з декількох етапів: моторне зниження по похилій траєкторії, гасіння швидкості, зависання на заданій висоті, вертикальне зниження і приземлення, а при посадці з пробігом - приземлення на швидкості і гасіння її на пробігу.

При зменшенні швидкості збільшується потрібна потужність, тому для витримування заданої глісади необхідно пропорційно гасіння швидкості збільшувати потужність двигуна (двигунів), особливо це необхідно при зменшенні швидкості менш 60 км/год. Перед зависанням вертольота потрібно значне збільшення потужності через зникнення ефекту косою обдування НВ.

3.2 Посадка по вертолітному з зависанням в зоні впливу "повітряної подушки"

Вона передбачає гасіння швидкості таким чином, щоб перехід НВ з режиму косого обтікання на осьової відбувався в зоні впливу «повітряної подушки», щоб виключити ділянку глісади, де немає ні косою обдування, ні «повітряної подушки» (рис.5). Для такої посадки не вимагається будівництво посадкової смуг, але необхідна рівний майданчик не менше 120х25м.

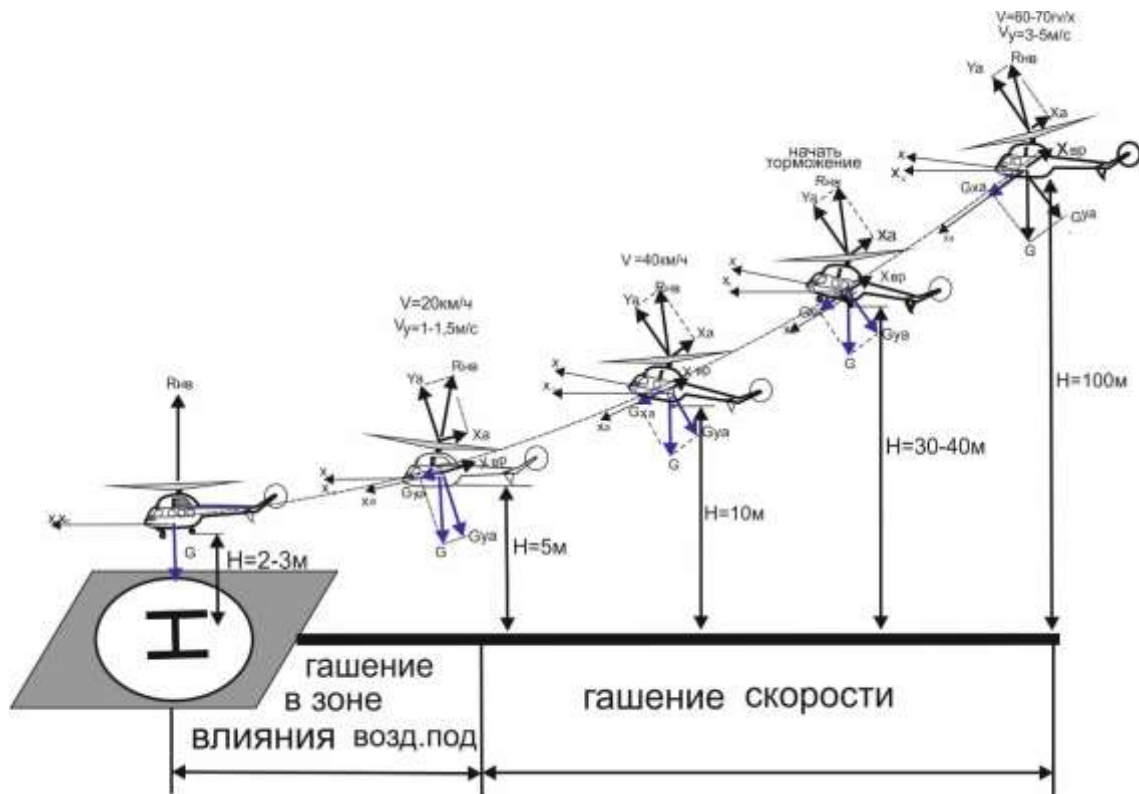


Рисунок 5. Посадка по вертолітному з зависанням в зоні впливу «повітряної подушки».

Для виконання такої посадки необхідно:

- з висоти 100 м встановити швидкість 60-70 км/год при вертикальній швидкості 3-5 м/с;
- з висоти 30-40 м почати гальмування поступальної і вертикальної швидкостей, з таким розрахунком, щоб зависання сталося на висоті 2-3 м;
- глісаду зниження витримувати такий, щоб на висоті 10 м поступальна швидкість була 40 км/год, на висоті 5 м – 20 км/год при вертикальній швидкості 1-1,5 м/с;
- після зависання на висоті 2-3 м виконати вертикальне зниження, щоб вертоліт приземлився без переміщень з вертикальною швидкістю не більше 0,1-0,2 м/с.

- з висоти 100 м. встановити швидкість 60-70 км / ч. при вертикальній швидкості 3-5 м / с;
- з висоти 30-40 м. над точкою зависання почати гасіння поступальної і вертикальної швидкостей з таким розрахунком, щоб вертоліт завис над майданчиком, на висоті перевищує перешкоди на 10 м;
- зменшення швидкості від 40 км / год. до зависання виконувати з вертикальною швидкістю не більше 1,5-2 м / с;

- після зависання виконати зниження зі швидкістю не більше $0,5-1 \text{ м / с}$, а до моменту приземлення вертикальна швидкість не повинна перевищувати більш $0,1-0,2 \text{ м / с}$.

Для такої посадки досить майданчики розміром не менше $35 \times 15 \text{ м}$.

3.4 Посадка з пробігом

Вона передбачає приземлення вертольота в умовах косою обдування НВ, застосовується при граничній завантаженні, посадці при високій температурі повітря, при посадці на високогірну майданчик, коли зависання вертольота неможливо, при посадці в умовах освіти пильного або снігового вихору (рис.6).

Для виконання такої посадки необхідно:

- з висоти 100 м встановити швидкість $90-100 \text{ км/год}$ і вертикальну швидкість $2-5 \text{ м/с}$;
- на висоті $50-20 \text{ м}$ почати зменшення поступальної і вертикальної швидкостей з таким розрахунком, щоб на висоті $5-10 \text{ м}$ швидкість була не менше 60 км/год , а вертикальна не більше $0,5 \text{ м/с}$;

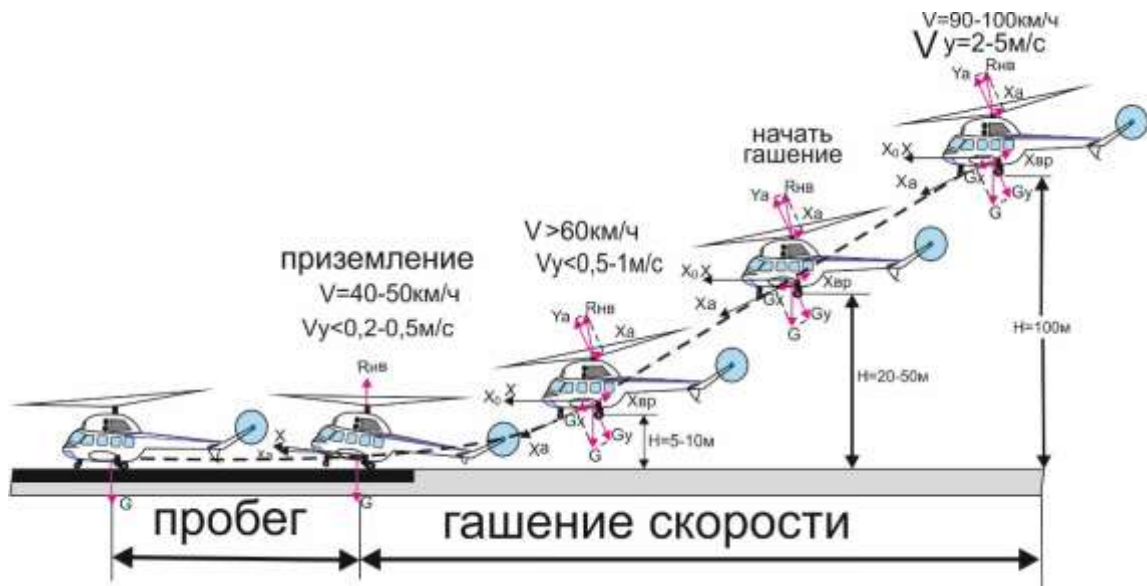


Рисунок 6. Посадка з пробігом.

- подальше зниження виконувати з таким розрахунком, щоб до моменту приземлення швидкість була $40-50 \text{ км/год}$, а вертикальна не більше $0,2-0,5 \text{ м/с}$;
- приземлення виконувати на основні колеса шасі з подальшим опусканням на передні.

Такий вид посадки дозволить виконати посадку з максимальним завантаженням, але для неї необхідний майданчик розміром не менше $120 \times 25 \text{ м}$ і злітна смуга не менше $110 \times 15 \text{ м}$, що обмежує її застосування.