

**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)

**За темою № 2.5–Зліт. Посадка. Характеристики. Види зліту та посадки.**

**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 авіаційного транспорту, спеціаліст вищої категорії, викладач-методист Яцина Є.В.

**Рецензенти:**

1. Викладач циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист 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. Злет по вертолітному з Розгон в зоні впливу повітряної подушки.
2. Злет по вертолітному з Розгон поза зони впливу повітряної подушки.
3. Злет з розбігом до швидкості 20-50 км / год.
4. Особливості зліту при боковому вітрі.
5. Особливості зліту з курних та засніжених майданчиків.
6. Характерні помилки.
7. Особливості Виконання посадки.
8. Посадка по вертолітному в зоні впливу повітряної подушки.
9. Посадка по вертолітному поза зони впливу повітряної подушки.
10. Посадка з кородкім пробігом при двох працюючих двигун.
11. Вихід на одному колі.
12. Особливості посадки на Курна та засніжених майданчиках.
13. Характерні помилки.

### **Література:**

1. Ромасевич В.Ф., Аеродинаміка і динаміка польотів вертольотів, М., Воєніздат, 1982.
2. Зозуля В.Б., Іванов Ю.П., Практична аеродинаміка вертольота Мі-8, М., Машинобудування, 1977.
3. Базов Д.І., Аеродинаміка вертольотів, М., Транспорт, 1972.
4. Яцуновіч М.С., Практична аеродинаміка вертольота Мі-8, М., Машинобудування, 1973.
5. Крилов А.А., Методика виконання польоту на вертольоті Мі-8, М., Повітряний транспорт, 1980.
6. Ромасевич В.Ф., Самойлов Г.А., Практична аеродинаміка польотів, Воєніздат, М., 1980.
7. Керівництво з льотної експлуатації вертольота Мі-8-МТВ, М., 1994.

### **ЗЛІТ. ПОСАДКА. ХАРАКТЕРІСТІКІ. ВІДИ зльотів і посадок.**

Залежно від польотної маси, атмосферних умов, висоти злітної площадки над рівнем моря, її розмірів і стану поверхні, наявності та висоти перешкод на вертольоті можливі наступні види зльоту:

- вертикальний взлет, тобто вертикальний набір висоти без поступальної швидкості;
- зліт по-вертолітному без використання впливу «повітряної подушки» тобто вертикальний набір висоти, що перевищує не менше ніж на 10 м висоту перешкоди, і розгін до необхідної поступальної швидкості в зоні впливу «воз-задушливої подушки»;
- зліт по-вертолітному з використанням впливу "повітряної подушки", при котрому після завершення розгону або частина (початок) розгону виконується в зоні впливу "повітряної подушки" на висоті не менше 1,0-1,5 м від землі до коліс шасі;

- зліт з коротким розгоном, тобто розбіг (розгін) вертольота повзлетно - посадочної смуги до швидкості, що не перевищує 40 км / год, Відділення вертольота від землі і подальший розгін з одночасним набором висоти.

### **ЗЛІТ ПО-вертолітному**

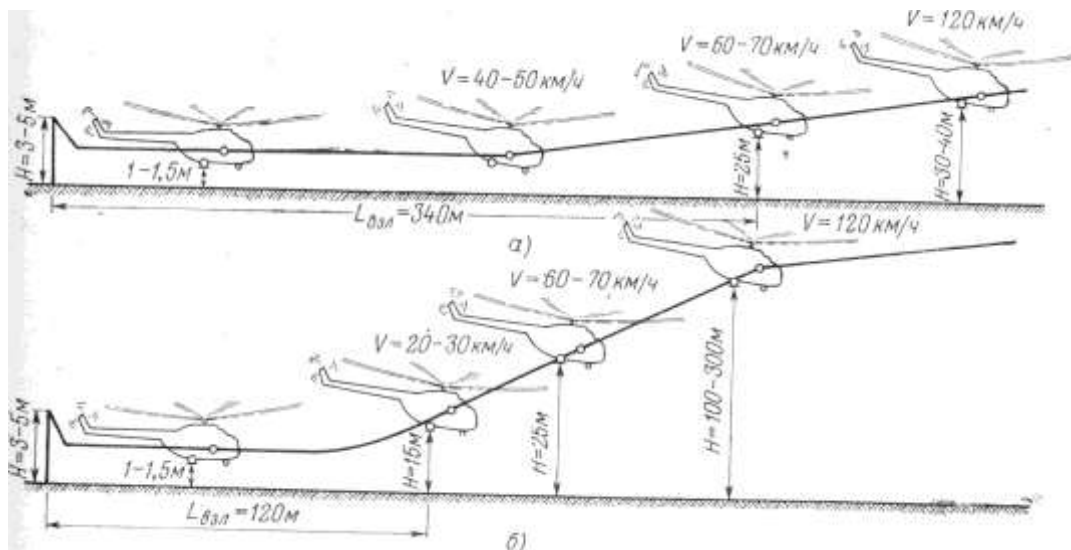
*Зліт по-вертолітному з розгоном в зоні впливу землі* (Повітряної подушки) дозволяється проводити в тому випадку, коли вертоліт може висіти на висоті не менше 3-х метрів над землею на злітному режимі роботи двигунів, і застосовується, як правило, з майданчиків, що мають відкриті підходи.

Переклад вертольота на розгін швидкості здійснюється з висоти 1,5-2 м плавним відхиленням РУ від себе з одночасним збільшенням потужності двигунів, аж до злітної, не допускаючи зменшення  $n_{нв}$  менше 92%. Розгін виконувати з таким розрахунком, щоб на висоті 20-30м швидкість по приладу була 60-70км / ч. Потрібно мати на увазі, що при перекладі вертольота на розгін швидкості з висіння на злітній потужності двигунів відбувається зниження (просідання) вертольота. Воно обумовлено нахилом тяги НВ, а отже і зменшенням її вертикальної складової на початку розгону. Тому переклад вертольота на розгін в цьому випадку слід виконувати дуже плавним відхиленням РУ від себе і подальшим утриманням носової частини вертольота від надмірного опускання.

Після досягнення швидкості 40-50км / ч у вертольота з'являється помітна тенденція до збільшення кута тангажу, набору висоти, накрененію і розвороту вправо. Збільшення кута тангажу пояснюється завалом конуса обертання НВ тому, що є наслідком збільшення махових рухів лопатей гвинта з ростом швидкості. Але одночасно з завалом конуса тому відбувається його завал вправо.

Тенденція до набору висоти є наслідком зростання тяги НВ в міру збільшення швидкості. Розворот вправо викликається зростанням тяги РВ, тому що він, як і РМ, переходить на режим косого обтікання.

Слід мати на увазі, що на розгоні швидкості при виконанні зльоту зміна балансування вертольота відчувається значно сильніше, ніж при підльоті. Пояснюється це більш широким діапазоном зміни швидкостей і відповідно більшою величиною зміни виникають при цьому сил і моментів. Навантаження на ручці управління, що з'являються в процесі розгону, слід знімати кнопкою ТРИМЕР.



**Зліт по-вертолітному з розгоном поза зоною впливу землі** застосовується з майданчиків обмежених розмірів з високими перешкодами, коли потужність СУ вертольота дозволяє виконати висіння над майданчиком на висоті, що перевищує радіус НВ.

Виконання цього зльоту не відрізняється від зльоту з розгоном в зоні впливу землі, за винятком того, що в процесі розгону необхідно проходити перешкоди з перевищенням не менше 10м.

Вертикальний зліт поза зоною впливу повітряної подушки складається з наступних етапів: вертикального відриву і набору висоти на 10 м вище перешкод, короточасного зависання на цій висоті, розгону швидкості до найвигіднішої набору висоти і переходу на сталий набір висоти на цій швидкості (рис.).

Вертикальний набір висоти проводиться обережно з невеликою вертикальної швидкістю до висоти 10 м над перешкодами на кордоні вертодрому. Занадто енергійний набір висоти з великою швидкістю може привести до того, що вертоліт за інерцією набере висоту більше своєї стелі висіння за даних умов, після цього він мимовільно почне знижуватися. Крім того, при енергійному наборі висоти можливо перетяжелення несучого гвинта.

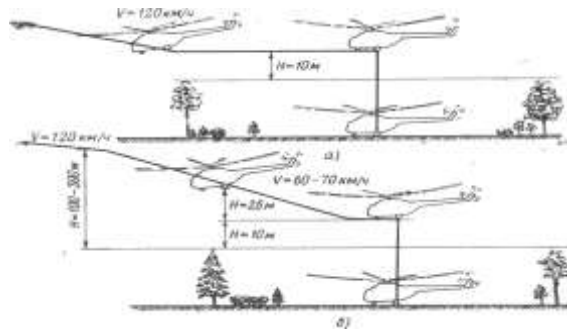
Розгін швидкості після зависання проводиться обережно, плавним відхиленням ручки циклічного кроку від себе. Залежно від запасу потужності на контрольному зависанні розгін швидкості відбуватиметься зі зниженням, якщо вертоліт висів на злітному режимі, горизонтально або з набором висот, якщо вертоліт висів на потужності двигунів нижче злітної. При підході до перешкод вертоліт має поступальну швидкість, з'являється надлишок потужності, що дозволяє здійснювати маневри. Зіткнення з перешкодами виключається у всіх випадках, якщо вертодром або майданчик, з яких здійснюється зліт, буде відповідати технічним вимогам до вертодрому для вертольота Мі-8МТВ для такого виду зльоту.

При зазначеному вигляді зльоту вертикальний набір висоти і розгін швидкості ведуться в небезпечній зоні на випадок відмови двигунів, тому даний вид зльоту застосовується в разі потреби.

Методика виконання зльоту поза зоною впливу повітряної подушки

залишається такою ж, як і для зльоту в зоні впливу повітряної подушки, з тією лише різницею, що висота контрольного зависання і розгін швидкості виробляються поза зоною впливу повітряної подушки.

Вертикальний зліт поза зоною впливу повітряної подушки ділиться на дві методики. Друга методика відрізняється від першої тим, що після зависання розгін проводиться до 60 - 70 км / год на цій швидкості триває набір висоти на злітному режимі роботи двигунів до висоти 100 - 300 м в залежності від необхідності. Потім вертольоту встановлюється швидкість 120 км / год і необхідний режим роботи двигуна (рис.)



### ЗЛІТ З розбігу (ПО-літакового)

#### *Зліт з розгоном (по-літакового) до швидкості 20-50 км / ч*

Проводиться в тому випадку, коли запасу потужності не вистачає для зльоту по-вертолітному, але при цьому вертоліт на злітній режимі роботи двигунів може висіти на висоті не менше 1 м на землі. При виконанні зльоту з розгоном (по-літакового) повинні бути включені тільки канали крену і тангажа автопілота

Перед виконанням зльоту необхідно виконати контрольне висіння, переконатися, що вертоліт зависає на висоті не менше 1 м. Приземлити вертоліт, зменшивши загальний крок до такої величини, щоб вертоліт стійко стояв на ґрунті. Плавним відхиленням РУ від себе перевести вертоліт на розгін. Направлення на розгоні витримувати плавним відхиленням педалей.

Переклад вертольота на розбіг здійснюється нахилом ручки циклічного кроку від себе з одночасним збільшенням загального кроку гвинта.

При розбігу ручка циклічного кроку відхиляється від себе не на весь хід, а помірно, для уникнення передчасного відриву основних коліс, щоб вертоліт не опинився на передніх колесах. При розбігу на вертоліт діють такі ж сили як і при руленні.

Після досягнення швидкості 20-50 км / год дальнішим збільшенням загального кроку (аж до злітної режиму роботи двигунів) з одночасним рухом ручки циклічного кроку на себе відокремити вертоліт від землі.

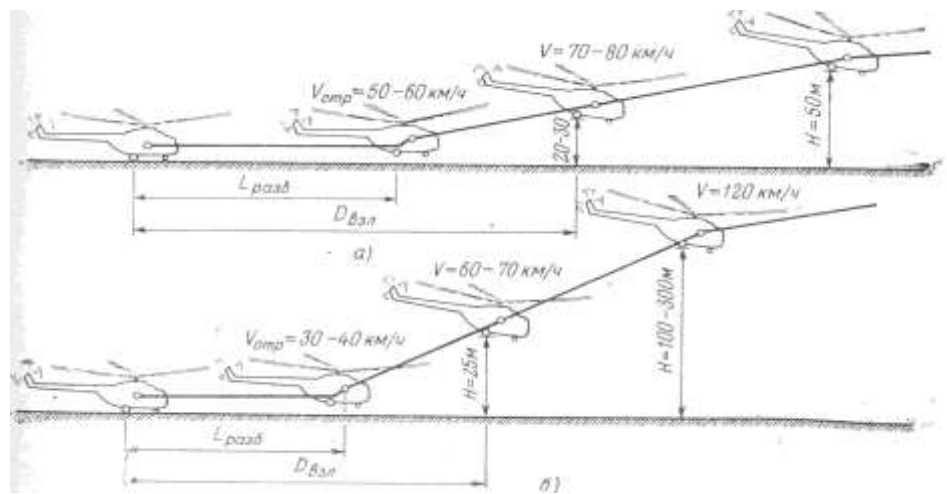
При розбігу вертоліт має тенденцію до відриву спочатку основних, а потім передніх коліс. Це пов'язано з тим, що в азимут 1800 несучий гвинт має більшу підйомну силу, ніж в азимут 3600 внаслідок більшого кута атаки. Цю тенденцію потрібно парити в момент відриву відповідним рухом РУ на себе і домагатися відриву вертольота одночасно з трьох точок. При

зазначеному дії двома ручками управління інтенсивно збільшується тяга несучого гвинта за рахунок збільшення загального кроку гвинта, потужності двигунів і кутів атаки несучого гвинта.

Після відділення внаслідок збільшення махових рухів в азимут 900-1600 вертоліт прагнути до накресленню вправо і збільшення кута тангажу.

Після відриву вертольота від землі необхідно продовжити розгін швидкості з одночасним набором висоти. При розгоні швидкості здійснюється одночасний набір висоти бо під вертольотом повітряної подушки вже немає, а вертоліт повинен перебувати в безпечному «коридорі» на випадок відмови двигунів, висота якого зі збільшенням швидкості зростає.

Розгін швидкості виробляти з таким розрахунком, щоб на висоті 25-50м швидкість була 120 км / ч, після чого перевести вертоліт в набір висоти. Злітна дистанція при цьому становить 250-300м.



## ОСОБЛИВОСТІ ЗЛЬОТУ ПРИ БІЧНОМУ ВІТРІ

**Зліт по-вертолітному.** Якщо швидкість бічного вітру не перевищує 5м / с, відділення вертольота від землі, вертикальний підйом і зависання перед переходом на розгін проводиться, з курсом зльоту (по осі ЗПС).

Необхідно пам'ятати, що бічні зміщення найбільш небезпечні непосредст-венно перед відділенням і в момент відділення вертольота від землі, коли він знахо-диться на землі під «підвішеному» стані. В цьому випадку в результаті дії бічних сил виникають перекидні моменти в сторону зміщення вертольота.

При швидкості бічного вітру на курсі зльоту більше 5м / с відділення вертольота від землі, вертикальний підйом, зависання і переклад вертольота на розгін реко-мендується виконувати проти вітру. Доворот на курс зльоту в цьому випадку виконують-нять в процесі розгону. Швидкість вертольота перед виконанням довороту на злітний курс має становити не менше 50 км / ч. Снос за вітром після довороту на злітний курс парирувати креном, а розворот по крену - відхиленням педалі, протилежної крену. В сталому режимі набору висоти на прямий до першого розвороту знесення по вітрі усувати підбором курсу польоту.

**Зліт з розгоном (по-літакового).** В процесі розбігу до моменту відділення вертольота від землі відповідним відхиленням РУ в ту сторону, звідки дме вітер, париувати крениться момент, що виникає в результаті дії вітру на фюзеляж. Відхиленням відповідної педалі утримувати вертолiт від розвороту, що виникає в результаті дії флюгерне моменту. Враховувати, що в міру збільшення швидкості ефективність управління буде збільшуватися.

У момент відділення від землі відхиленням РУ в сторону, звідки дме вітер, утримувати вертолiт від знесення. В процесі розгону знесення за вітром, як і при зльоті по-вертолiтному, париувати креном, утримуючи вертолiт від розвороту по крену відповідним відхиленням педалі, протилежної крену.

### **ОСОБЛИВОСТІ ЗЛЬОТУ із запилених І ЗАСНІЖЕНИХ майданчиків**

При зльоті з запорошених майданчиків, а також з майданчиків зі сніговим покривом навколо вертольота утворюються пилові (снігові) вихори, що погіршують видимість і умови виконання зльоту.

Необхідно пам'ятати, що спроба провести зліт, коли через піднятою пилу (снігу) не проглядається земля, може привести до втрати пространствен-ного положення (орієнтування). Перед зльотом з засніжених майданчиків взимку включити склоочисники і обігрів стекол. Зліт із запилених (засніжених) майданчиків можна виробляти по-вертолiтному і з пробігом (по-літакового).

**Зліт по-вертолiтному** із запилених (засніжених) майданчиків дозволяється виконувати за умови наявності запасу потужності двигунів для зльоту поза зоною впливу землі і якщо в момент відділення вертольота від землі і в наборі висоти видимість з кабіни екіпажу зберігається на відстані 5-10м. В цьому випадку при вертикальному підйомі видимість земної поверхні буде забезпечена до моменту виходу із запиленого (снігового) хмара.

Коли на поверхні снігового покриву є міцний наст, щільне сніжне хмара навколо вертольота під час зльоту і посадки не утворюється. На май-ках, покритих щойно випав снігом, в окремих випадках можна роздути снеж-ве хмара і поліпшити видимість. З цією метою рекомендується ввести корекцію повністю вправо і збільшивши загальний крок до 2-30, прибуття до тих пір, поки хмара снігу не зменшиться і не буде проглядатися земля.

З курній майданчики виконання зльоту по-вертолiтному можливо тільки в разі незначної запиленості поверхні, коли тонкий шар пилу лежить на порівняно міцному ґрунті, яка не роздувається струменем від НВ. З сильно запилених майданчиків можливість виконання злетів по-вертолiтному практично виключена. Для запобігання пошкодження лопаток двигуна необхідно робити включення ПЗУ. Включення ПЗУ проводити після виходу двигуна на режим малого газу.

Злети і посадки на запорошених і засніжених майданчиках необхідно виконан-няти строго проти вітру.

Злітні можливості вертольота з різним завантаженням в даних атмосфер-них умовах повинні бути перевірені заздалегідь на контрольному висінні, яке

виконується в умовах, що виключають утворення пильного (снігового) хмари навколо вертольота.

Перед зльотом задавача курсу на УГР-4УК поставити на злітний курс, переконатися-диться в справній роботі силової установки, радіовисотомір і авіагоризонту.

Після відриву від землі набрати висоту 3-5м, спостерігаючи за становищем Верт-літа щодо орієнтирів на землі (борозни, обмеження ВПП) через нижню скління кабіни екіпажу і використовуючи при цьому показання показчика режимів висіння апаратури ДІСС-15. Зліт і висіння виробляти строго проти вітру. В процесі розгону не допускати зниження вертольота і кренів. Положення вертольота при проходженні снігового хмари контролювати по приладах, а також за орієнтирами, значно віддаленим від місця зльоту (гори, дерева і т. Д.).

**Зліт з пробігом (по-літакового)** із запилених (засніжених) майданчиків виконується як і з звичайних майданчиків, але відрив вертольота (збільшення потужності двигунів до злітної) виконується після проходження запиленого (засніженого) хмари. До виходу з нього напрямком розбігу витримувати за вказівником курсу, крен вертольота контролювати по авіагоризонт. Вертолїт виходить зі снігового хмари на швидкості 25-30км / ч. При наявності зустрічного вітру зі швидкістю 7 м / с і більше запилене (снігове) хмара практично відсутній, не надаючи істотного впливу на видимість. Слід пам'ятати, що зліт з пробігом (по-літакового) дозволяється проводити за неутрамбованому снігу сніжному покриву товщиною до 15см при повній впевненості, що під снігом перешкоди відсутні.

### **Характерні ПОМИЛКИ**

- 1. Різке збільшення загального кроку несучого гвинта** при відриві і вертикальному наборі висоти, що призводить до мимовільного зниження. Причинами такої помилки є неврахування приємності двигунів і прагнення льотчика швидше виконати зліт. При цьому відхилення важеля КРОК-ГАЗ проводиться з темпом менше 5 с що призводить до перетяжеленої несучого гвинта, т. Е. Зменшення частоти його обертання нижче мінімально допустимої. Вертолїт, відірвавшись від землі і набравши певну висоту, починає зниження. Після цього льотчик може допустити не менше небезпечну помилку, прагнучи утримати вертолїт від зниження подальшим збільшенням загального кроку, що призведе до ще більшого зменшення тяги і грубому приземленню. Щоб уникнути перетяжеленої несучого гвинта, важіль КРОК-ГАЗ для збільшення потужності двигунів слід відхиляти з темпом не менше 5 с.
- 2. Зниження вертольота в момент переходу з висіння на розгін швидкості** при зльоті по-вертолїтному. Причиною помилки може бути неправильна оцінка злітних можливостей вертольота при виконанні контрольного висіння або надмірно довге і різке по темпу переміщення ручки управління вперед для перекладу вертолетана поступальний рух. В цьому випадку зниження вертольота відбувається з низько опущеною носовою частиною, що може привести до удару передніми колесами об землю. Особливу

небезпеку ця помилка представляє при зльоті на завантаженому вертольоті.

**3. Наявність бокового зміщення при зльоті з розгоном (по-літакового).**

Дана помилка може привести до поломки стійок шасі або перекидання вертольота. Для виключення помилки необхідно перед зльотом попереду вертольота намітити орієнтир і строго по ньому витримувати напрямок зльоту.

**4. Невидержівання заданого напрямку в процесі розгону швидкості.**

Помилка може бути допущена як при зльоті по-вертолітному, так і при зльоті по-літакового. Основний її причиною є несвоєчасне реагування льотчика на тенденції вертольота до розворотів і нахрененію, які з'являються внаслідок наступаючої розбалансировки в міру зміни загального кроку несучого гвинта і швидкості польоту. Особливо помітна тенденція до нахрененію і розвороту вправо, коли вертоліт досягає швидкості 60-70 км / год. З'являються відхилення від заданого напрямку польоту усувати координованими відхиленнями ручки управління і педалей. Крім того, при зльоті з боковим вітром необхідно боротися зі знесенням.

**ПОСАДКА. ВИДИ ПОСАДОК. ХАРАКТЕРИСТИКИ.**

Посадка є завершальним етапом польоту. Льотні властивості вертольота дозволяють виконувати посадку по-вертолітному або по-літакового.

На вертольоті можливі наступні види посадок:

- по-вертолітному без використання впливу «повітряної подушки», гасіння швидкості до зависання проводиться на висоті, що перевищує не менше, ніж на 35 м висоту перешкод на підході;
- по-вертолітному з використанням впливу «повітряної подушки», гасіння швидкості до зависання проводиться на висоті 23 м від коліс до землі;
- з коротким пробігом при двох працюючих двигунах;
- з коротким пробігом при одному непрацюючому двигуні;
- на режимі самовращення несучого гвинта.

Спосіб посадки визначається характером злітно-посадкового майданчика, завантаженням вертольота і розташовується потужністю НВ на злітному режимі роботи двигунів. Основними характеристиками майданчика, що впливають на вибір способу посадки, є її розміри, висота оточуючих перешкод, міцність ґрунту, наявність нахилів, перешкод, пилу (снігу). Располагаемая тяга залежить від висоти майданчика над рівнем моря, атмосферних умов, напрямку і швидкості вітру.

Посадка по-вертолітному виконується, коли наявна тяга НВ забезпечує зависання вертольота на необхідній висоті.

Посадка з пробігом (по-літакового) виконується при неможливості зробити зависання через нестачу располагаемой тяги НВ і з навчальною метою. Вона дозволяє збільшити масу вантажу, що перевозиться або дальність польоту за рахунок збільшення кількості палива. Однак, слід

пам'ятати, що при всіх сприятливих умовах загальна польотна маса вертольота не повинна перевищувати максимально допустиму.

Посадку будь-яким способом за можливості слід виконувати проти вітру. Якщо такої можливості немає, посадка виконується з боковим або попутним вет-ром, швидкість якого не перевищує значень, встановлених РЛЕ Мі-8МТВ.

обмеження. 1. Посадки рекомендується виконувати на майданчики, розташовані на барометрической висоті не вище 6000 м.

2. Посадка дозволяється при швидкості вітру не більше: спереду - 25 м / с, збоку зліва, збоку праворуч, ззаду - 10 м / с.

3. Розміри льотних смуг, робочих майданчиків, повітряні підходи, ухили, міцність ґрунту повинні відповідати тим же параметрів аеродромів, що застосовуються для виконання відповідних видів зльоту (див. 2.5.8.).

4. У польоті на перехідних режимах допускається короткочасне збільшення частоти обертання НВ на часом не более 20 з:

- на режимі вище II крейсерського до 101%;
- на режимі нижче II крейсерського до 103%;
- 2 рази за ресурс до 108%.

У польоті допускається короткочасне зменшення частоти обертання НВ:

- на перехідних режимах (до 30 с) до 88%;
- при відмові одного двигуна: 4-рази за ресурс (до 10 сек. Щораз) до 80%
- при посадке з "підривом" НВ з одним працюючим двигуном, не більше 5 сек. 4 рази за ресурс двигуна до 75%.

Частота обертання НВ, при якій відбувається автоматичне відключення генераторів - менше 88 %.

5. Посадка і зліт по-вертолетному без виключення двигунів дозволяється на майданчики з ухилом:

- носом на ухил до 7°;
- носом під ухил до 5°;
- лівим бортом на ухил до 7°;
- правим бортом на ухил до 3°.

Максимальні величини ухилів майданчика для виконання взлєта і посадки по-вертолітному з вимкненням двигунів не повинні перевищувати 3°.

6. Робоча площа посадкових майданчиків повинна мати міцність підстилавкає поверхні не менше 3 кгс / см<sup>2</sup>, при цьому висота нерівностей поверхні робочої площі не повинна перевищувати 0,1 м.

7. При неможливості (за умовами рельєфу місцевості) обладнати двох-сторонній старт допускається влаштування одностороннього старту. При цьому расстояние від торця посадкової площадки до перешкоди, що перегороджують другий на-правление старту, має бути не менше 20 м.

8. Для запобігання можливого удару лопатями НВ про хвостову балку ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ:

- відхилення ручки управління на себе від нейтрального положення більш ніж на 1/2 ходу на всіх режимах польоту при поступальних швидкостях понад 80 км / год;
- відхилення ручки управління на себе більш ніж на 1/2 ходу за нейтральне положення при загальному кроці НВ менше 3 по УШВ при посадці пробігом і на рулених.

### **ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМОГО посадкової ВАГИ**

В процесі передпольотної підготовки на основі розрахунку заправки і завантаження вертольота повинен бути визначений поряд з максимально допустимим злітною, також і максимально допустимий посадковий вага на підставі хоча б попередніх даних про розміри площі посадки, підходах, поверхні і міцності ґрунту, вітрі, температурі, вологості.

Максимально допустима вага для посадки не повинен перевищувати величину ваги, визначену за номограммам РЛЕ. При розрахунку ваги швидкість вітру за даними метеослужби приймати по її мінімального значення. Якщо немає даних про температуру зовнішнього повітря і швидкості вітру на майданчику посадки, то температуру визначати по температурному градієнту (зниження температури 6,5°З на кожні 1000 м висоти, якщо на аеродромі вильоту температура нижча за стандартну, при температурі вище або дорівнює стандартній, то до отриманого результату треба додати 6°С). При цьому швидкість вітру приймається рівною нулю. Вийшовши в район майданчика посадки, уточнити за приладами барометрическую висоту і температуру зовнішнього повітря. За уточненими даними визначити за номограмами в залежності від обраного виду посадки, напрямку і швидкості вітру максимально допустима вага. Враховувати, що 1 м / с попутного вітру знижує величину максимально допустимої ваги на 100 кгс. Враховувати, що підвищення вологості повітря на 20% в порівнянні з вологістю на майданчику зльоту знижує допустимий посадковий вага на 140-150 кгс.

### **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ ПОСАДКИ**

Посадка вертольота є уповільнене рух для приземлення в заданих або намічених пілотом при розрахунку на посадку точок аеродрому або площадки.

Найбільш поширеним видом розрахунку на посадку при візуальному польоті є розрахунок шляхом побудови прямокутного маршруту.

Після виходу на посадочний курс встановити такий кут планування, при якому позначене або намічене пілотом місце на майданчику проектувалося б на скління ліхтаря кабіни протягом планування в одній точці. Підбором загального кроку несучого гвинта забезпечити встановлену поступальну і вертикальну швидкість зниження.

### **ПОСАДКА ПО-вертолітних З ВИКОРИСТАННЯМ ВПЛИВУ «Повітряної ПОДУШКИ»**

Вертикальна посадка з зависанням в зоні впливу «повітряної подушки» є основним видом посадки вертольота і застосовується у випадках, коли є вільні підходи до майданчика, а запас потужності двигунів забезпечує зависання на висоті 23 м від землі до коліс.

Зниження до висоти подолання перешкод (приблизно 150 м), До висоти приблизно 100 м при відкритих підходах, до висоти 300 м для зменшення шуму на місцевості виконується з поступальною швидкістю 120 км / годі вертикальної-2-3 м / с. Передпосадкове зниження з висоти 100300 м виконувати з поступальною швидкістю 60-70 км / год і вертикальною швидкістю 2-4 м / с, що забезпечує політ по найбільш крутий глиссаде. Гальмування вертикальної і поступальної швидкостей починати на висоті 50-40 м щодо місця приземлення головним відхиленням ручки циклічного кроку на себе і важеля КРОК-ГАЗ вгору з темпом, що забезпечує збереження частоти обертання несучого гвинта не нижче 89%. Координація рухів при гасінні швидкостей повинна бути така, що при швидкості по приладу менше 40 км / год вертикальна швидкість була б не більше 1,5-2,0 м / с. При швидкості менше 50 км / год спостерігаються підвищені вібрації.

На висоті 106 м рухом ручки циклічного кроку від себе додати вертольоту посадочне положення, продовжуючи важелем КРОК-ГАЗ гасіння поступальної і вертикальної швидкостей з таким розрахунком, щоб на висоті 23 м відбулося зависання. На цьому етапі гасіння швидкостей відбуватись за рахунок збільшення загального кроку, так як до цього моменту конус несучого гвинта досить відхилений назад і при збільшенні загального кроку для гасіння вертикальної швидкості виникають кабіруючий поздовжній момент і поздовжнє сила, що викликає гальмування поступальної швидкості.

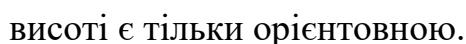
При гасінні швидкостей характер обтікання вертольота змінюється (косе обтікання гвинтів змінюється осьовим обтіканням в момент зависання), тому до моменту зависання необхідно попередити тенденції вертольота опустити хвостову балку, розвернутися і накренитися вліво. Якщо не дати праву педаль і ручку циклічного кроку від себе і вправо, то вертолїт може почати зміщення назад з розворотом і креном вліво і зачепити хвостовій балкою про землю.

Причини такої поведінки вертольота полягають в наступному. для гасіння швидкості доводиться значно відхилити конус обертання назад, в результаті в момент зникнення косою обдування конус опиняється в положенні, отклоненном значно назад, що при невтручанні пілота може відразу призвести до зміщення назад. Через зникнення косою обдування хвостового гвинта зменшується його ефективність, що призводить до розвороту вліво під дією реактивного моменту несучого гвинта. Зникнення косою обдування несучого гвинта призводить до ослаблення інтенсивності хвостових рухів, і, отже, до зменшення природного завал конуса вправо і зменшення поперечного моменту від розносу горизонтальних шарнірів - вертолїт починає кренитися вліво.

В процесі виконання посадки аж до зависання навантаження з важелів управління знімати періодичними натисканнями на кнопку триммера. У

## ПОСАДКА ПО-вертолітному БЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ВПЛИВУ «Повітряної ПОДУШКИ»

Вертикальна посадка з зависанням поза зоною впливу «повітряної подушки» застосовується в тих випадках, коли майданчик обмежена високими перешкодами, а запас потужності забезпечує зависання поза зоною впливу «повітряної подушки» на висоті не менше 35 м над перешкодами. Передпосадкове зниження з висоти 100300 м виконувати з поступальною швидкістю 60-70 км / год і вертикальною швидкістю 2-4 м / с. Гальмування поступальної і вертикальної швидкостей починати на висоті 50-40 м щодо наміченої точки зависання, не допускаючи «осідання» частоти обертання несучого гвинта нижче 88%. Зменшення швидкості від 40 км / год до зависання виробляти перед самою майданчиком (краще потім виконати невеликий підліт) або над нею на висоті, що перевищує не менше ніж на 10 м висоту перешкод, не допускаючи при цьому вертикальну швидкість зниження більш 1,5-2,0 м / с. З висоти 20-15 м контроль за висотою і вертикальною швидкістю здійснювати візуально по землі, так як через запізнювання варіометра і барометричного висотоміра їх інформація на малій



**Рис. Схема траєкторії польоту вертольота при посадці по-вертолітному без використання впливу "повітряної подушки"**

При виконанні посадок на обмежені лісові галявини треба враховувати, що якщо в момент зависання над лісом вітер створює деяку додаткову тягу несе гвинта, то в міру зниження вплив вітру зменшується і тому потрібне

додаткове збільшення потужності. Ефект впливу повітряної подушки в лісі, над чагарником, посівами, водною поверхнею і при вітрі більше 10 м / с не проявляється. Крім того, над лісовими полянами в вітряну погоду повітряні маси завихрюватися, створюючи воронкообразное зменшення потоку повітря. На таких майданчиках в міру зниження повітряні маси можуть обтікати вертоліт зліва чи справа і збільшувати вертикальну швидкість зниження. Для збереження її сталості потрібна додаткова потужність двигунів.

У момент зависання можливо (особливо при зависанні на висоті близько 20 м від землі) енергійне зниження вертольота, що необхідно попередити, не чекаючи остаточної зупинки вертольота (тобто остаточного переходу від косого обтікання до осьового) енергійним збільшенням загального кроку. Розбалансування париувати дачею правої педалі і відхиленням ручки циклічного кроку від себе і вправо. Після зависання подальше зниження виробляти з вертикальною швидкістю не більше 0,5-1,0 м / с, що гарантує швидку зупинку вертольота при необхідності припинення зниження. У момент приземлення забезпечити вертикальну швидкість 0,1-0,2 м / с.

Приземлення вертольота виконується спочатку на праве колесо, так як він зависає з правим креном, потім - на ліве і після цього - на носове колесо. Тому щоб уникнути розгойдування і перекидання вертольота на землі спільний крок можна зменшити тільки тоді, коли вертоліт стійко стоїть на твердому ґрунті усіма колесами шасі. Якщо вертоліт в цей час починає рухатися вперед, необхідно загальмувати колеса, ручку управління затримати в колишньому положенні, продовжуючи зменшувати загальний крок несучого гвинта.

На стоянці загальмувати колеса вертольота, ручку управління вертольотом встановити приблизно на 1/3 ходу на себе, вимкнути споживачі електроенергії, крім приладів, які контролюють роботу силової установки. Прибрати корекцію вліво, після охолодження на малому газі, кранами зупинки вимкнути обидва двигуни.

### **ПОСАДКА З КОРОТКИМ ПРОБІГОМ ПРИ ДВОХ працюючих двигунах**

При наявності аеродрому або рівною перевіреної майданчики при забезпеченні безпеки підходу в умовах невеликого надлишку потужності через підвищену температуру, низького атмосферного тиску, великого посадкового ваги виконується посадка з коротким пробігом.

Передпосадкове зниження з висоти 100300 м виконувати з поступальною швидкістю 60-70 км / ч і вертикальною швидкістю 2-4 м / с. Гальмування поступальної і вертикальної швидкостей починати на висоті 50-40 м відносно точки приземлення. Важіль КРОК-ГАЗ піднімати вгору з таким розрахунком, щоб не допустити зниження частоти обертання несучого гвинта нижче 88% і до висоти близько 5 м вивести двигуни на злітний режим, маючи при цьому поступальну швидкість 20-40 км / ч.

Посадочне положення створювати відхиленням ручки циклічного кроку від себе на висоті 10- 5 м від землі. У міру наближення до землі темп

збільшення загального кроку збільшувати з таким розрахунком, щоб до моменту приземлення поступальна швидкість була 5-30 км / ч, а вертикальна - 0,1 0,2 м / с. Приземлення слід виконувати на основні колеса з плавним опусканням на передні в процесі пробігу, застосовуючи гальмування коліс. У разі необхідності більш енергійного гальмування при загальному кроці за вказівником кроку не менше 3° незначно відхиляти від нейтрального положення ручки циклічного кроку на себе. Після зупинки вертольота при нейтральному положенні ручки можна зменшити загальний крок і менше 3° при виконанні рулювання. У разі виникнення на пробігу ознак «Земної резонансу» (поперечні посилюються коливання) негайно кранами зупинки вимкнути двигуни.

При виконанні посадки з коротким пробігом через малого надлишку потужності не слід допускати зайвих еволюцій, тим більш значних, надлишок потужності використовувати тільки для гасіння поступальної і вертикальної швидкостей. Тенденції вертольота проявляються то більша і тим важче парируються, чим більше вага вертольота.

### **Догляд НА ДРУГЕ КОЛО**

При виконанні посадки по-вертолітному без використання впливу «повітряної подушки» може виникнути необхідність відходу на друге коло:

- якщо рішення прийнято до зависання, то плавним рухом ручки циклічного кроку перевести вертоліт на розгін по горизонтальній траєкторії (якщо є надлишок потужності) або з деякою осіданням, збільшуючи плавно спільний крок несучого гвинта і не допускаючи зниження частоти обертання несучого гвинта нижче 88%.
- при необхідності відходу на друге коло після зависання набрати вертикально над майданчиком висоту, що перевищує на 10 м висоту перешкод в напрямку зльоту, після чого виконати розгін швидкості.

При виконанні посадки по-вертолітному з використанням впливу «повітряної подушки» в разі необхідності відходу на друге коло після зависання на висоті 23 м плавно збільшити загальний крок несучого гвинта, відхиленням ручки циклічного кроку повідомити необхідну поступальну швидкість і перейти в набір висоти.

При виконанні посадки з коротким пробігом в разі необхідності відходу на друге коло збільшити загальний крок несучого гвинта, перевести вертоліт на розгін швидкості відхиленням ручки циклічного кроку, при досягненні швидкості  $V = 6070$  км / год перейти в набір висоти на злітному режимі роботи двигунів.

Можливість відходу на друге коло обмежується недостатньою пріємністю двигунів, тому, виконуючи посадку в умовах, при яких відхід на друге коло дуже вірогідний, необхідно ретельно витримувати рекомендовану вертикальну швидкість зниження, так як втрата висоти? Н вертольотом при переході з режиму моторного зниження до горизонтального польоту з двома працюючими двигунами (при  $V_{пр} = 60$  км / год,  $G = 11100$  кгс,  $H_{сп} = 400$  м) Становить:

Vy, м / с	2	4	6	8
? Н, м	4-9	16-25	36-50	64-80

### **ОСОБЛИВОСТІ ПОСАДКИ ПО-вертолітних на курні (засніжені) МАЙДАНЧИКИ**

При посадці по-вертолітному на запилену (засніжену) майданчик зависання виконувати на висоті, вільної від пильного (снігового) хмари, піднятого струменем від НВ. Посадкова маса вертольота для виконання посадки на запилену (засніжену) майданчик не повинна перевищувати маси, що забезпечує висіння поза зоною впливу землі.

Посадку виконувати строго проти вітру.

Після зависання зниження вертольота виконувати плавно з таким розрахунком, щоб до моменту погіршення горизонтальній видимості була забезпечена надійна вертикальна видимість аж до моменту приземлення. При вертикальному зниженні не допускати переміщень вертольота в сторони.

У міру входу вертольота в запилене (снігове) хмара видимість намічених для посадки орієнтирів погіршується, а потім виключається повністю. Тому з погіршенням видимості деталей рельєфу необхідно припинити зниження, виконати зависання і спробувати роздмухати запилене (снігове) хмара. Продовжувати вертикальне зниження можна тільки в тому випадку, якщо через переднє засклення буде проглядатися земля. При відсутності видимості земної поверхні вертикальне зниження і приземлення, а також пошук орієнтиру шляхом переміщень у землі забороняється.

Якщо під час зниження орієнтир прив'язки буде втрачено, припинити сні-ються і негайно піти на друге коло.

На зниженні, і особливо в момент приземлення, не допускати розворотів і бічних зсувів. Особливу небезпеку бічні зміщення представляють при посадці на засніжену майданчик з товщиною снігу, що перевищує 10см.

Після приземлення, переконавшись, що вертоліт твердо стоїть на поверхні, плавно зменшити загальний крок до мінімального значення. У разі накрєнення вертольота, яке може статися через прихованих під снігом нерівностей рельєфу, збільшити загальний крок, відокремити вертоліт від землі на висоту 0,5-1м і якщо дозволяє горизонтальна видимість, вибрати поблизу нове місце посадки і провести приземлення.

У зимовий час не виключена можливість використання в якості ча-сних посадочних майданчиків для вертольотів крижаного покриву річок і озер. Потрібна товщина ( $H_n$ ) В сантиметрах прісноводного льоду для посадки Верт-літа на колесах з польотної масою ( $m$ ) В тоннах визначається за формулами:

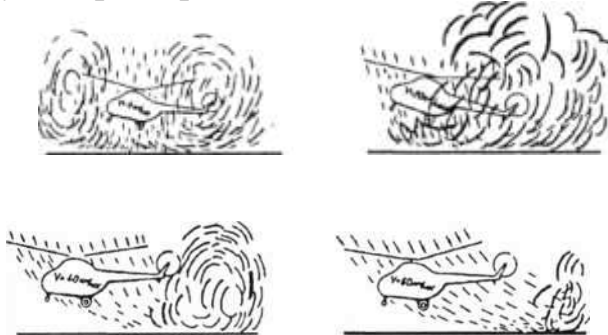
$$H_n = 16\sqrt{m} \quad \text{при } t_{HB} \leq -100\text{C},$$

$$H_n = 22\sqrt{m} \quad \text{при } t_{HB} = 0 \text{ до } 100\text{C}.$$

Якщо вертоліт обладнаний лижним шасі, потрібна товщина льоду може бути зменшена в 1,3 рази.

## ОСОБЛИВОСТІ ПОСАДКИ ПО-ЛІТАКОВОГО НА КУРНИЙ (ЗАСНІЖЕНІ) МАЙДАНЧИК

Посадку по-літакового на засніжені майданчика дозволяється виконувати при глибині неутрамбованому снігу до 15 см в тому випадку, коли відсутні пре-перешкоджає під снігом.



Залежність структури вихрового хмари від швидкості переміщення вертольота:

*А* - режим висіння; *Б* - швидкість польоту 20 км / год;

*В* - швидкість польоту 40 км / год; *Г* - швидкість польоту 60<sup>км</sup>/ ч.

Посадка по-літакового до моменту приземлення виконується як і в звичайних умовах. У момент приземлення на засніжені майданчики переднє колесо опускається швидше, ніж в звичайних умовах, тому що вертоліт гальмується не тільки силою тертя коліс, а й силою, що діє на колеса при продавлюванні снігу. Разом з тим в момент приземлення сніжна хмара наздоганяє і накриває вертоліт. На пробігу РУ потрібно затримати в тому положенні, в якому вона перебувала в момент приземлення, плавно опустити важіль КРОК-ГАЗ і прибрати корекцію. При цьому колеса шасі вдавлюються в сніг. В результаті неоднакової щільності снігу в різних місцях пробігу можуть з'явитися поперечні або дорожні коливання. Зі зменшенням потужності двигунів і швидкості пробігу видимість поліпшується і напрямок можна витримувати, як в звичайних умовах. Заданий напрямок руху необхідно зберігати дуже плавним відхиленням педалей, не допускаючи руху вертольота юзом, тому що в цьому випадку з'являється небезпека виникнення перекидальних моментів.

### Характерні ПОМИЛКИ

1. **Раннє зниження на посадковому курсі.** Помилка виникає при польотах по колу, коли четвертий розворот виконується далеко від місця приземлення або на своєму місці, але на малій висоті, при ранньому гасінні швидкості, а також при надмірному зменшенні потужності двигунів.

2. **Мінливість глибини зниження на посадковому курсі.** Помилка виникає, якщо пілот при навчанні не запам'ятав величину кута зниження і не впевнений в точності розрахунку, не приділяє достатньої уваги оцінці розрахунку або йому невідомі напрямок і швидкість вітру.

3. **Раннє гасіння швидкості.** Помилка виникає через неврахування пілотом швидкості зустрічного вітру і особливості вертольота швидко гасити швидкість. В результаті відбувається тривалий планування на швидкості 50 -

20 км / ч на режимі підвищених вібрацій.

4. ***Велика вертикальна швидкість зниження перед зависанням.*** Помилка відбувається тому, що пілот не враховує приємності двигунів і пізно починає збільшувати потужність двигунів важелем КРОК-ГАЗ.

5. ***Розворот і зміщення вертольота при зависанні.*** Помилка виникає через некоординовані дії органами управління і полягає в тому, що пілот, збільшуючи потужність двигунів, несвоєчасно реагує на збільшення реактивного моменту несучого гвинта правої педаллю і на крен вертольота вліво відхиленням ручки управління вправо. Помилка може виникати також через невідповідності зусиль на ручці управління і педалях.

6. ***Зсув вертольота при вертикальній зупинці і під час приземлення.*** Помилка виникає через великі енергійні рухи ручкою управління в поперечній площині і при знятті навантаження триммерами під час знижуючи-ня, а не перед зависанням, як це потрібно.

7. ***Після приземлення вертоліт починає рухатися вперед.*** Помилка виникає, коли льотчик відпускає ручку управління і не менш передньо потужність двигунів важелем КРОК-ГАЗ. Якщо вертоліт почав рухатися вперед, необхідно зменшити потужність двигунів і застосувати гальма.