

**З.М. №4 Експлуатація**  
**навчального вертольота.**  
**Експлуатаційні обмеження**  
**вертольота Мі-2**

# Навчальні питання:



- 1. Загальні обмеження вертольота Мі-2.
- 2. Обмеження по массам.
- 3. Обмеження по температурі зовнішнього повітря.
- 4. Обмеження по температурі зовнішнього повітря при обледеніння.
- 5. Обмеження які викликанні надмірної вязкістю масла.

# 1. Загальні обмеження

- Будь яке, навіть найменше порушення встановлених обмежень забороняється, не дивлячись на наявність запасу. Однак льотний склад повинен добре представляти собі чим викликані ті чи інші обмеження і що може відбутися при їх порушеннях, так як у польоті можливі доволіні порушення обмежень у складних ситуаціях, при відмовах авіаційної техніки і т. д. Наприклад, при деяких відмовах барометричних приладів можливе порушення обмежень по швидкості польоту. У аварійних умовах можуть складатися такі ситуації, коли витримати усі параметри польоту у дозволених межах буде неможливим і льотчик повинен безпомилково визначити, вихід за які обмеження він не повинен допустити, можливо, навіть за рахунок перевищення других параметрів.

№п/п	Обмеження		Фізична суть обмеження
1	Максимальна злітна маса, кг	3700	Енергетичні можливості силової установки, питоме навантаження на площу, ометаемую гвинтом
2	Кількість людей, що перевозяться, чіл.	8	Місця для сидіння з прив'язними ременями.
3	Допустима маса вантажу у вантажній кабіні, кг	700	Міцність підлоги вантажної кабіни (питомий тиск на підлогу)
4	Допустима маса на зовнішній підвісці, кг	800	Значне збільшення ефективності управління (оскільки загальний центр мас віддаляється від втулки гвинта, що несе) і відповідно зменшення допустимих переміщень ручки управління
5	Максимальна маса на вантажопідйомному пристрої (стріла), кг	120	Міцність конструкції бортової стріли

6	<p>Центрівка гранична:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- передня, мм;</li> <li>- задня, мм;</li> <li>- задня на висінні у землі і при переміщеннях у землі при роботі з бортовою стрілою; мм</li> </ul>	<p>+185</p> <p>- 10</p> <p>- 55</p>	<p>Запас управління при посадці на режимі самообертання.</p> <p>Запас управління для розгону при зльоті і наборі висоти.</p> <p>Запас управління для парирування обурень при переміщеннях у землі.</p>
7	<p>Допустима швидкість вітру:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при запуску двигунів (спереду, збоку, ззаду), м/с</li> <li>- при останові</li> <li>- при зльоті і посадці, м/с</li> </ul>	<p>15;5;0</p> <p>15;5;5</p> <p>15;7;5</p>	<p>Зростає небезпека удару лопаті по хвостовій балці. Бічний вітер створює обурення на вході в двигун, які можуть привести до порушення газодинамічної стійкості в роботі компресора. При вітрі ззаду додатково виникає небезпека попадання газів, що виходять, працюючого двигуна, на вхід в двигун, що запускається, і появи помпажа.</p>
8	<p>Допустима швидкість вітру при рулюванні, м/с</p>	<p>12</p>	<p>Обмежені можливості по парируванню перекидаючого моменту за рахунок парусності фюзеляжу рулювання по нерівному ґрунту при сильному вітрі знижує запас за умовами появи «земного резонансу»</p>

# 2. Обмеження по масам.

- Нормальною злітною масою вертольота називається така злітна маса, при якій забезпечуються усі льотно-технічні характеристики вертольота (швидкість, дальність, цільове навантаження і др.), передбачені для нормальної злітної маси тактико-технічними даними вертольота при заданих умовах його експлуатації.
- Нормальна злітна маса визначається при льотних випробуваннях і обумовлена максимальною тягою НГ поза зоною впливу повітряної подушки (ВПП) при роботі двигунів на злітному режимі.
- Маса вертольота визначає потрібну тягу НГ. Зі збільшенням маси вертольота підвищується потрібна потужність і зростає потрібна тяга НГ.

Маса і навантаження	МІ-2 (з подвійним управлінням)
Незмінна частина маси пустого вертольота, кг	2 420
Повне навантаження, кг:	1 130
- екіпаж (2 льотчика з парашутами), кг	180
- паливо, кг	465
- масло, кг	39
Вантаж зі швартовочним обладнанням, кг	446
Злітна маса (нормальна), кг	3 550

Повна заправка вертольота:

(без додаткових баків) – 600 л, або - 465 кг;

(з додатковими баками) – 1080 л, або - 830 кг.

Максимальною злітною масою називається така маса, при якій забезпечуються усі льотно - технічні характеристики (швидкість, дальність, цільове навантаження і др.), передбачені для максимальної злітної маси тактико – технічними даними при заданих умовах експлуатації.

Вона визначається, як і нормальна злітна маса, під час льотних випробувань і обумовлена максимальною тягою НГ вертольота в зоні впливу повітряної подушки (ВПП) при роботі двигунів на злітному режимі.

- Максимальна тяга, яку розвиває НГ при висінні вертольота на висоті 3м над поверхнею майданчика (при стандартних умовах), складає 3770кгс.
- Максимальна злітна маса вертольота обмежена з умов забезпечення необхідного запасу шляхового управління і складає 3700 кг.
- Максимальна злітна маса вертольота та залежить від температури зовнішнього повітря (ТЗП), швидкості зустрічного вітру, барометричного тиску на висоті майданчика, але в усіх випадках не повинна перевищувати вказаних значень.

Маса і навантаження	МІ-2 подвійним управлін.
Маса порожнього вертольота, кг	2 420 + 32 (підвисні баки)
Екіпаж, кг	180
Паливо, кг	830
Масло, кг	39
Вантаж зі швартовачним обладнанням, кг	199
Маса вертольота (максимальна), кг	3 700

### 3. Обмеження по температурі зовнішнього повітря.

Польоти на вертольоті МІ – 2 дозволяються у діапазоні температур зовнішнього повітря від + 40оС до – 40оС.

Ці обмеження введені з метою забезпечити необхідний запас стійкості двигунів по помпажу. Розпізнають дві області несталості роботи компресора:

- при високих ТЗП – при запуску та на режимі малого газу;
- при низьких ТЗП – на злітному режимі;

Це означає, що на границі допустимих умов по ТЗП помпаж може виникнути при перевищенні обмежень по ТЗП, або при порушенні в роботі автоматики, яка регулює частоту обертання турбокомпресора.

#### Висновки:

##### 1. При високих ТЗП:

- запуск при вітрі ззаду **заборонено**;
- віддається перевага режиму авторатації (РСНГ) із введеною корекцією з умов забезпечення стійкості двигунів по помпажу.

##### 2. При низьких ТЗП:

- не дивлячись на те, що частота обертання турбокомпресору на злітному режимі в залежності від ТЗП обмежується автоматично, льотчик повинен по графіку (Інструкція екіпажу вертольота МІ-2) визначити максимально допустимі для даних умов оберти турбокомпресору і контролювати, не допускаючи їх перевищення.



## 4. Обмеження по температурі зовнішнього повітря при обледені

На вертольоті Мі-2 польоти в умовах обледеніння при ТЗП нижче – 6оС **заборонені**. При випадковому попаданні у зону обледеніння при ТЗП нижче вказаної, льотчик повинен застосувати усі засоби для негайного виходу з цієї зони.

Система протиобледеніння (ПОС) повинна бути ввімкнена в ручну перед тим як увійти в зону можливого обледеніння і в усіх випадках перед польотом у хмарах, тумані, опадах при ТЗП нижче + 5оС.

Обледеніння елементів силової установки, несучого і рульового гвинтів і фюзеляжу може виникати як у польоті, так і на землі у широкому діапазоні ТЗП, висот і швидкостей польоту. Найбільш імовірне обледеніння при підвищеній вологості повітря у діапазоні ТЗП від 0оС до – 20оС і особливо при ТЗП від – 5оС до - 10оС на висотах від 0 до 3000 м. Внаслідок того, що із-за адіабатичного розширення повітря у повітрязабирачі і вхідному пристрої двигуна температура знижується, обледеніння елементів силової установки можливе і при позитивних (до + 5оС) ТЗП.

# 5. Обмеження які викликанні надмірної вязко

При тривалій стоянці в умовах низьких ТЗП в'язкість масла, заправленого у вертоліт, підвищується у кілька разів. Тому, щоб не піддавати елементи конструкції вертольота і двигунів надмірним навантаженням, встановлюють слідкуючі обмеження.

Запуск двигунів без попереднього підігріву дозволяється при температурі масла не нижче:

- у двигуні - 40оС
- у головному редукторі - 25оС

При температурі масла у головному редукторі – 25оС, а у двигуні –40оС і нижче перед запуском двигуна необхідно підігріти редуктор та двигуни гарячим повітрям ( не вище + 80оС) до температури масла:

- 15оС у редукторі;
- 30оС у двигуні.

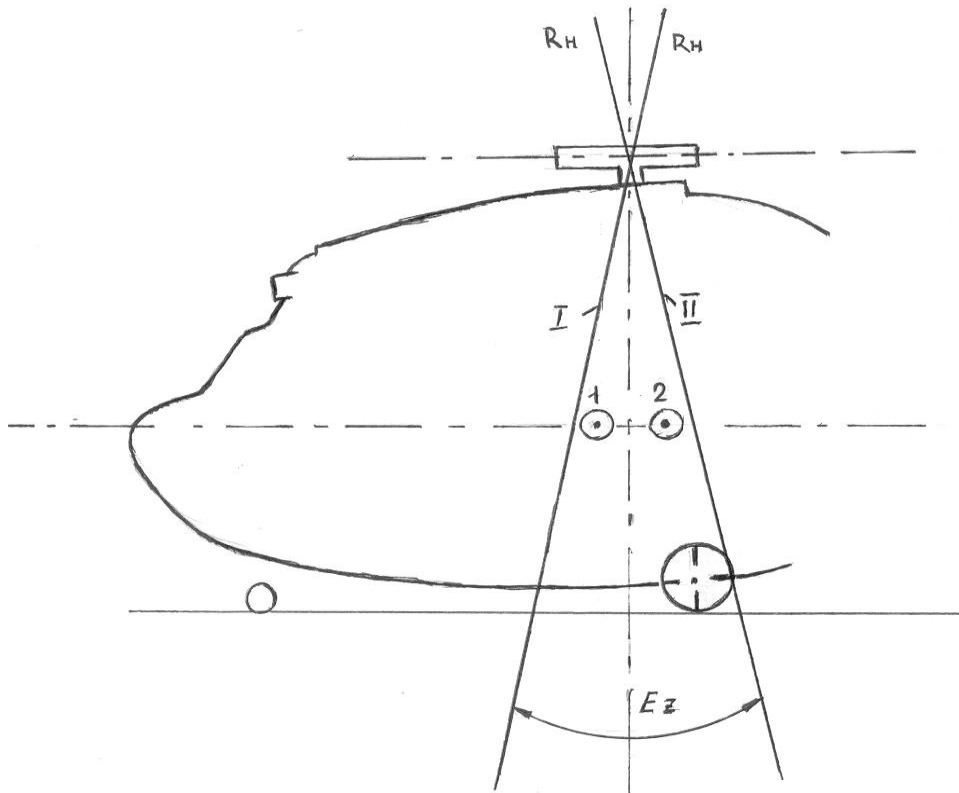
Прогрів двигунів і редуктора проводиться на режимі малого газу.

Збільшення режиму роботи двигунів вище малого газу дозволяється після прогріву масла до температури не нижче:

- у двигуні +30оС
- у головному редукторі +5оС

# 6. Обмеження по центрівкам.

- Центрівка вертольота – це відстань між проекцією осі валу несучого гвинта і центром мас вертольота.



Мал. 1. До визначення центрівки

Робочий діапазон центрівок складає:

- передня + 185мм (попереду осі обертання НГ);
- задня у польоті - 10мм (позаду осі обертання НГ);
- задня на висінні і при переміщеннях біля землі при роботі з бортовою стрілою - 55мм (позаду осі обертання НГ).

- Поздовжня центрівка найбільш суттєво впливає на можливість балансування вертольота на граничних режимах, тобто на висінні і при польоті з максимальною швидкістю.
- Вказані обмеження впровадженні з міркувань достатнього запасу поздовжнього управління по відхиленню ручки управління “на себе” і “від себе”, цей запас повинен бути не менше 20% повного ходу ручки управління.

- Якщо при завантаженні вертольота центрівка вийде за межі допустимої, запас поздовжнього управління виявиться недостатнім. Це може проявитися як на висінні, так і у поступальному польоті. Наприклад, при гранично задній центрівці на висінні вертольот буде балансуватися з великим позитивним (+) кутом тангажу при ручці управління відхиленій “від себе” більше звичайного. При виході центрівки за встановлені межі виконання зльотів і посадок може виявитися надзвичайно складним через великі позитивні кути тангажу вертольота.

- Найменший запас поздовжнього управління (ручка управління знаходиться у положенні “на себе”) на висінні землі при гранично передній центрівці та вітрі ззаду. При виході за встановлені межі передньої центрівки вертольот на висінні буде балансуватися з негативним (-) кутом тангажу при відхиленні ручки управління “на себе” значно більше звичайного, тому може виникнути ситуація, коли навіть при повністю відхиленій “на себе” ручки управління, вертольот на висінні буде зміщуватися вперед, вертикальний зліт і посадка будуть значно ускладнені.

# Висновки:

1. Льотчик повинен володіти методами визначення центрівки вертольота.
2. Вантажі у вантажній кабіні слід розміщувати згідно попередньому розрахунку і розмітці на правому борту вантажної кабіни.
3. На контрольному висінні перед зльотом визначати відповідність фактичної центрівки розрахунковим даним по зусиллям на ручці управління (РУ), по її відхиленню від “звичного” положення і просторової орієнтації (кут тангажу) вертольота. Щоб уникнути змінення центрівки вертольота у польоті вантаж повинен бути надійно закріпленим.