

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

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни «Льотні характеристики, виконання польотів та
планування (Маса та баланс): Вертоліт Мі-8МТВ»
обов'язкових компонент
освітньо-професійної програми першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
Аеронавігація

**За темою 1: «Загальні експлуатаційні та льотні обмеження вертольота.
Підготовка до польоту»**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Харківського національного
університету внутрішніх справ
Протокол від 30.08. 2023 № 7

СХВАЛЕНО

Методичною радою Кременчуцького
льотного коледжу
Харківського національного
університету внутрішніх справ
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 28.08.2023 № 1.

Розробник:

Викладач циклової комісії аеронавігації, спеціаліст вищої категорії Журід В.І.

Рецензенти:

1. Професор циклової комісії аеронавігації, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, викладач-методист Тягній В.Г.
2. Професор циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, к.т.н., спеціаліст вищої категорії Гаврилюк Ю.М.

План лекції:

1. Загальні експлуатаційні обмеження
2. Загальні льотні обмеження
3. Різні обмеження
4. Обмеження по силових установках
5. Обмеження по редукторів
6. Розрахунок польоту
7. Технічна підготовка
8. Запуск двигуна AI-9B
9. Запуск двигунів ТВ3-117ВМ
10. Параметри роботи двигуна на режимі МГ

Основна

1. Про затвердження Авіаційних правил України «Технічні вимоги та адміністративні процедури щодо льотної експлуатації в цивільній авіації». НАКАЗ 05.07.2018 № 682

2. Порядок розробки керівництва з льотної експлуатації повітряного судна державної авіації України. URL: https://www.drs.gov.ua/wp-content/uploads/2020/07/6674_0_19-20.pdf

3. Про деякі питання допуску авіаційного персоналу до льотної експлуатації повітряних суден у державній авіації України. Наказ МО України 16.12.2020 № 477. URL: https://zakononline.com.ua/documents/show/494170_760340

4. Приложение 1. (ICAO). «Выдача свидетельств авиационному персоналу».

5. Приложение 2. (ICAO). «Правила полетов».

6. Приложение 6. (ICAO). Часть 1. «Международный коммерческий воздушный транспорт. Самолеты».

7. Приложение 8. (ICAO). «Летная годность воздушных судов».

8. Правила польотів та обслуговування повітряного руху в класифікованому повітряному просторі України (Наказ МТУ від 16.04.2003 р., № 293 зі змінами та доповненнями).

9. Руководство по авиационным работам. (Дос 9408). - Монреаль: ICAO, 2002г.

10. OPS -Производство полетов воздушных судов. Том 1. Правила производства полетов. Том II. Построение схем визуальных полетов и полетов по приборам. -Монреаль: ICAO, 2003г.

11. Руководство по обучению в области человеческого фактора. Дос. 9683-AN/950. Издание 1-е. - Международная организация гражданской авиации (ICAO), Монреаль, 1998.

12. Руководство по управлению безопасностью полетов. Дос. 9859-AN/474. Издание 3-е. - Международная организация гражданской авиации (ICAO), Монреаль, 2013.

13. Про затвердження Правил інженерно-авіаційного забезпечення державної авіації України. Наказ МО України 05.07.2016 № 343. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1101-16#Text>

14. Про допуск екіпажів та повітряних суден до перевезення керівного складу ДСНС України № 757 12.12.2013. URL: <https://dsns.gov.ua/upload/3/7/7/6/2013-12-17-757.pdf>

15. Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України «Про затвердження Правил організації та виконання авіаційних робіт у сільському та лісовому господарстві» від 22 грудня 2006 р. № 1179 URL: https://vk24.ua/regulations_and_jurisprudence/nakazi/nakaz-ministerstva-transportu-ta-zvyazku-ukraini-pro-zatverdzhennya-pravil-organizacii-ta-vikonannya

Допоміжна

1. МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ. URL: https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/MOY26122016_717.pdf
2. Остаточний звіт. URL: <https://nbaai.gov.ua/wp-content/uploads/2021/04/mi-2-ur-15605.pdf>
3. Остаточний звіт. URL: <https://nbaai.gov.ua/wp-content/uploads/2020/05/ur-14118.pdf>
4. Інструкція з виконання польотів на злітно-посадковому майданчику «Коротич». URL: <https://aeroclub.net.ua/content/airdrome/instruction.pdf>

1. Загальні експлуатаційні обмеження

Прийняти скорочення:

ПВП	Правила Візуальних Польотів
ППП	Правила Польоту по Приборам
ЗПС	Злітно-Посадкова Смуга
РСП	Радіо засоби (Средства) Посадки
ОСП	Оптичні засоби (Средства) Посадки
ГНВП	Вантаж (Груз) на зовнішньої (Внешней) Підвісці
МГ	Малий Газ
ВВПП	Використання Впливу Повітряної Подушки

Вертоліт Мі-8МТВ допущений до польотів за ПВП і ППП вдень і вночі.

1. Мінімуми по ПВП

- для польотів по ПВП: контрольне висіння **30 x 400 м**

Польоти за ПВП не виконуються:

- а) Над густонаселеними районами великих міст, містами або селищами, або над осередками людей поза приміщеннями на істинній висоті менше 300 м над найвищою перешкодою у радіусі 600 м від повітряного судна;
- в) У будь-яких інших районах, крім зазначених у підпункті а), на істинній висоті 150м над землею або водною поверхнею.

2. Мінімуми для зльоту і посадки при польотах по ППП

- мінімум для зльоту: **30 x 400 м**

Примітка: Зліт при фактичних метеорологічних умовах гірше мінімуму для посадки на аеродромі вильоту дозволяється:

- на аеродромах з довжиною ЗПС не менше **600 м**, що мають маркування для виконання злетів днем і бічні вогні ЗПС для виконання злетів вночі;
- при наявності запасного аеродрому час польоту, до якого **не перевищує 1 годину**, а фактичні і прогнозовані метеоумови **не гірше мінімуму для посадки** на ньому.

При невиконанні хоча б одного з цих умов рішення на виліт приймається при метеоумовах на аеродромі вильоту не гірше мінімуму для посадки на ньому.

Мінімуми для посадки:

Режим заходу на посадку	Висота прийняття рішення	Дальність видимості на ЗПС
РСП+ОСП	60	600
РСП	60	600
ОСП	80	800
За однією приводної радіостанції	200	2500

Експлуатація вертольота дозволяється при температурі зовнішнього повітря від **+ 50°C до -50 °C**.

3. Мінімальний склад екіпажу 3 людини:

- командир вертольота (КВ);
- другий пілот (2п);
- бортмеханік (б/м).

При виконанні польотів з вантажем на зовнішній підвісці б/м виконує обов'язки бортоператора.

Максимальна кількість пасажирів на борту вертольота в транспортному варіанті не повинно перевищувати - **22 людини**, а в пасажирському - **28 осіб**.

У вантажній (пасажирської) кабіні конкретного варіанту вертольота допускається перевезення пасажирів в кількості, що не перевищує кількість пасажирських крісел обладнаних прив'язними ремнями

2. Загальні льотні обмеження

2.1. Гранично-допустимі центрування:

Гранична передня		Гранична задня	
при польотної масі ≤ 12500 кг	+300 мм	при польотної масі ≤ 12570 кг	-95 мм
при польотної масі > 12500 кг	КЛЕ рис.3.1.17	при польотної масі > 12570 кг	КЛЕ рис.3.1.17

2.2. Обмеження по масі вертольота

Максимальна злітна маса	13000 кг
Нормальна злітна маса	11100 кг
Максимальна злітна маса при польотах з ГНВП	13000 кг
Максимальна маса вантажу, що перевозиться:	
- усередині фюзеляжу	4000 кг
- на зовнішній підвісці	3000 (5000) кг

2.3. Обмеження по частоті обертання НВ

У польоті на перехідних режимах допускається **короткочасне збільшення частоти обертання НВ** на час не більше **20 с**:

108% - 2 рази за ресурс;

101% - на режимах роботи двигуна вище II крейсерського;

103% - на режимах роботи двигуна нижче II крейсерського.

У польоті допускається **короткочасне зменшення частоти обертання НВ**:

- на перехідних режимах (до **30 с**) до - **88%**

- при відмові 1-го двигуна 4 рази за ресурс (до **10 с кожен раз**) - **80%**

- при посадці з підривом НВ з 1-м працюючим двигуном, не більше **5 с 4 рази за ресурс двигуна - 75%**.

Обороти НВ на номінальному і крейсерському режимах - **95 ± 2 %**.

На малому газі при одному працюючому двигуні - **35 – 55 %**,

при двох працюючих двигунах - **45 - 65%**.

2.4. Обмеження по швидкості і висоті польоту

Набір висоти, горизонтальний політ, планування вертольота з працюючими двигунами і на РСНВ допустима приладова швидкість польоту (км/год) в залежності від барометричної висоти польоту:

Висота польоту, м	13000 кг		≤ 11100 кг	
	max	min	max	min
до 1000 м	230	60	250	60
2000 м	195	60	230	60
3000 м	160	60	210	60
4000 м	120	60	170	60
4800 м	100	80	140	60
5000 м			130	60
6000 м			100	80

Примітки:

1. При нормальній злітній масі і задньої центрівці максимальна швидкість польоту обмежується до - **240** км/год.
2. При польотної масі більш нормальній для вертольота з негативним центруванням максимальна швидкість польоту в наборі висоти обмежується до -**220** км/год.

Вертикальне зниження і моторне планування на швидкостях менше **40** км/год дозволяється виконувати з вертикальною швидкістю не більше **4** м/с.

Практична стеля з нормальною злітною масою **11100** кг і менш – **6000** м, із злітною масою більш **11100** кг - **4800** м.

Статична стеля при злітній масі **11100** кг і менш – **3980** м.

Польоти понад **3500** м без кисневого обладнання **ЗАБОРОНЯЮТЬСЯ**.

Швидкість рулювання по рівній і твердій поверхні - не більше **30** км/год.

При рулюванні на запилених і засніжених майданчиках швидкість рулювання не більше **10** км/год.

2.5. Обмеження на висінні

Максимальна кутова швидкість розвороту на висінні не більше -**12** град/с.

Повний оборот на 360° - **30** с.

Час на повне перекидання педалей при зміні напрямку розвороту на висінні не менше **3** с.

При вітру більш **10** м/с розвороти на **360** град **ЗАБОРОНЯЮТЬСЯ**.

2.6. Обмеження при виконанні розворотів

Розвороти і віражи дозволяється виконувати з креном не більше:

а) **15** град - у всьому діапазоні швидкостей і польотних мас вертольота, в складних метеоумовах, вночі, а також з вантажем на зовнішній підвісці, в умовах сильної бовтанки і з одним працюючим двигуном;

б) **30** град - на швидкостях польоту до **250** км/год з нормальною польотною масою **11100** кг і менше в діапазоні висот від **50** до **3000** м;

- енергійні розвороти (в разі необхідності) на висотах **50...1000** м при нормальній польотній масі вертольота і менш на швидкостях польоту понад **120** км/год дозволяється виконувати з креном до **45** град.

- при виконанні віражив і розворотів на висотах до **50** м над рельєфом місцевості допустимий кут крену за величиною чисельне дорівнює висоті польоту (тобто. на висоті **10** м - **10** град, **20** м - **20** град, **30** м - **30** град), але у всіх випадках він повинен бути не більше **45** град.

в) **20** град - на швидкостях польоту до **250** км/год з польотною масою понад **11100** кг і на РСНВ.

Польоти днем над сильно пересіченою місцевістю (пагорби, яри) дозволяється виконувати на висотах не менше – **20** м і на швидкості не менше **60** км/год, над рівнинною місцевістю - на висоті не менше **15** м, вночі над рівнинною і пересіченою місцевістю - на безпечної висоті

2.7. Обмеження за вітром

Допустима швидкість вітру в м/с:

Напрямок вітру	При розкручуванні і зупинці НГ	При зльоті та посадці, на висінні
Зустрічний	25	25
Праворуч	10	10
Ліворуч	15	10
Ходовий	8	8

При проміжних значеннях, напрямок вітру визначається за графіком КЛЕ 2.1.1 і 2.1.2.

Рулювання дозволяється при швидкості вітру до **15** м/с з будь-якого напрямку і до **25** м/с при зустрічному вітри.

Приклад: При напрямку вітру 30° праворуч щодо поздовжньої осі вертольота максимальна швидкість вітру становить 20 м/с (точка А).

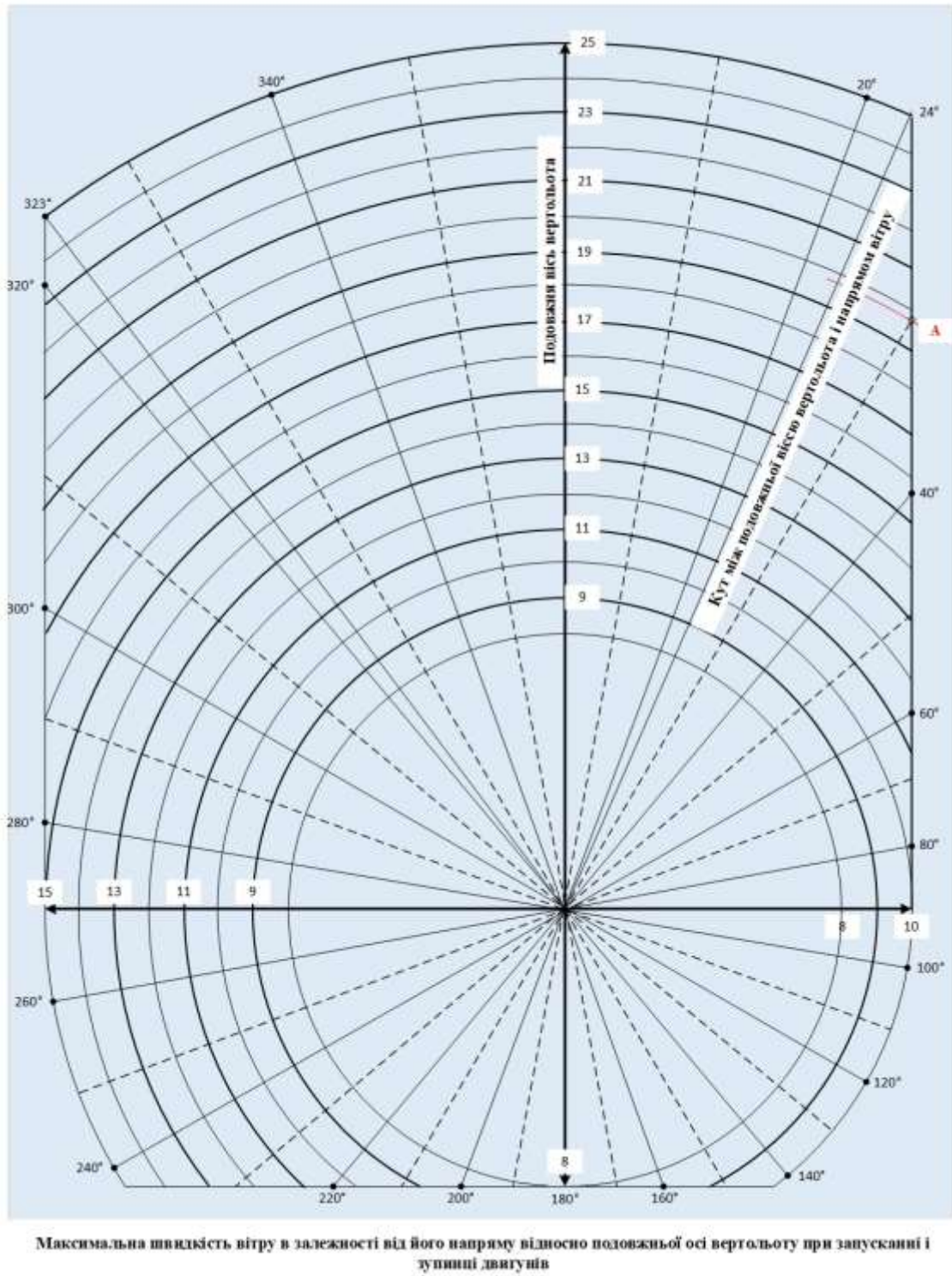
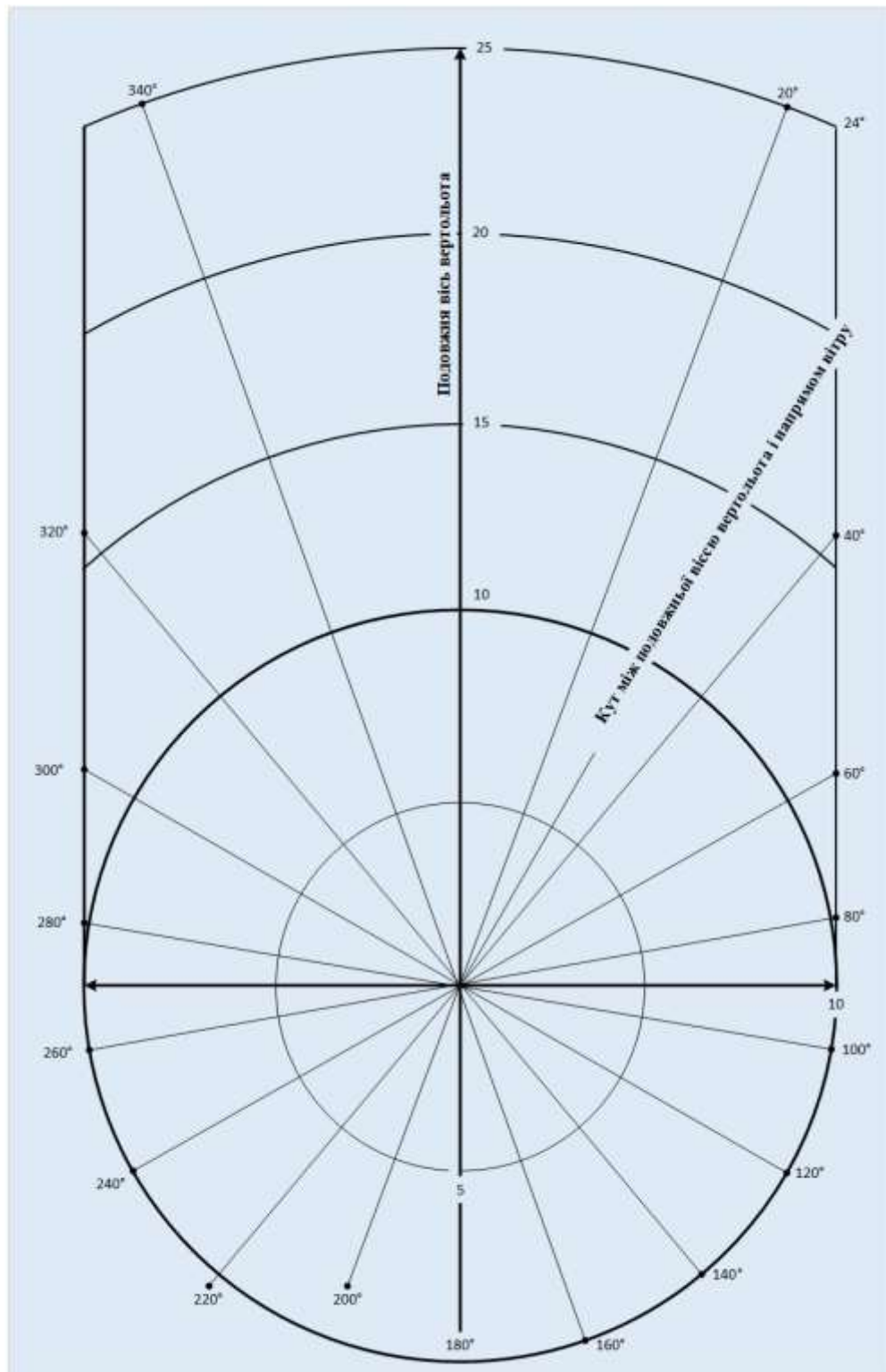


Рисунок 1. Максимальна швидкість вітру в залежності від його напрямку щодо подовжньої осі вертольота при запуску і зупинці двигунів



Максимальна швидкість вітру в залежності від його напрямку відносно поздовжньої осі вертольота на висінні, зльоті і посадці

Рисунок 2. Максимальна швидкість вітру в залежності від його направлення щодо поздовжньої осі вертольота на висінні, зльоті і посадці

2.8. Обмеження за розмірами посадочних майданчиків

(Розміри елементів посадочних майданчиків і повітряних підходів до них)

Мінімальні розміри посадочних майданчиків:

Для зльоту і посадки без ВВПП - **21 x 17 м**, робоча площа - **10 x 10 м**

Н _{майд} , м	Зліт і посадка з ВВПП (<i>b x l</i>)	Зліт і посадка з розбігом, пробігом (<i>b x l</i>)
≤ 1500	50 x 120	50 x 200
1500 – 2000	50 x 165	50 x 225
2000 - 3000	50 x 255	50 x 350
3000 – 3500	50 x 300	50 x 410
3500 - 4000	50 x 345	50 x 475

Мінімальні розміри робочого майданчика для зльоту і посадки з розгоном і пробігом на висотах до **1500 м** - **110 x 20 м**.

На видаленні **20 м** від краю робочого майданчика за межами майданчика не повинно бути перешкод заввишки понад **1 м**.

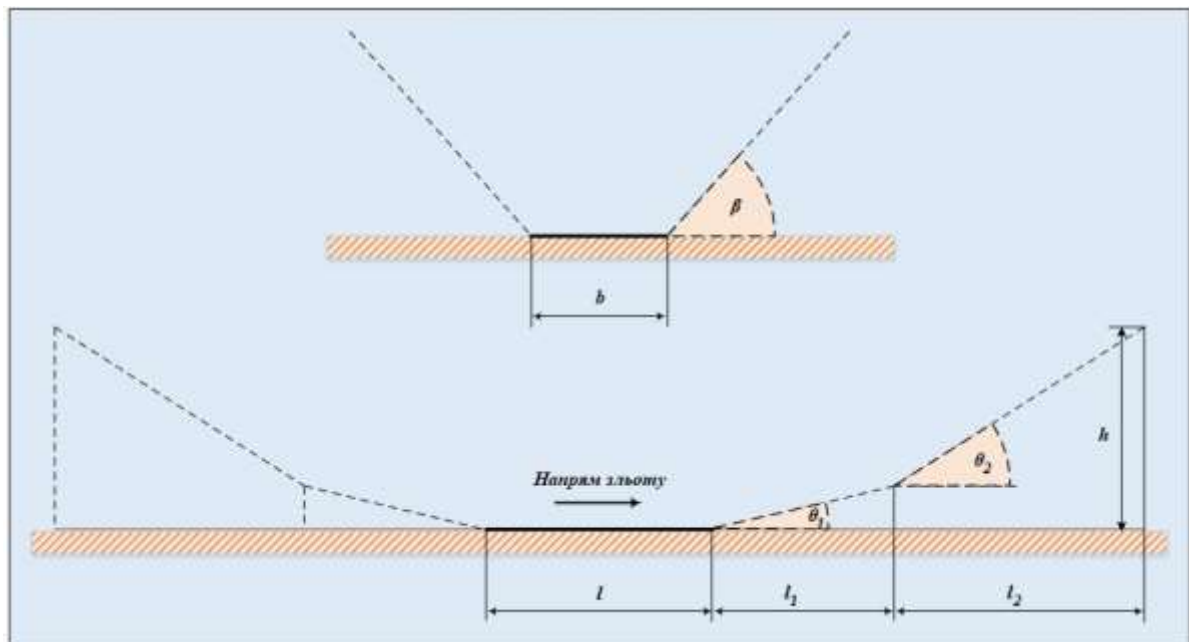


Рисунок 3. Схема повітряних підходів до майданчиків

Параметр	Зліт і посадка без ВВПП	Зліт і посадка з ВВПП	Зліт і посадка з розбігом, пробігом
l_1		15 м	100 м
$tg\theta_1$	1/10	1/10	1/10
l_2		300 м	1120 м
$tg\theta_2$	1/2	1/2	1/8
b		15 м	
$tg\beta$	1/1	1/10	1/2
h			150 м

Ухили майданчика при посадці без виключення двигунів:

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

Ухили майданчика для виконання зльоту та посадки з вимкненням двигунів не більше 3° .

Робоча площа повинна мати міцність поверхні не менше 3 кг/см^2 , висота нерівностей не більше $0,1 \text{ м}$.

Для запобігання можливого удару об хвостову балку лопатями НВ **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- енергійне відхилення ручки управління на себе від нейтрального положення більш ніж $1/2$ ходу на всіх режимах польоту при швидкості понад 80 км/год ;
- відхилення ручки управління на себе більш ніж на $1/2$ ходу при кроці менш 3° по УШВ.

3. Різні обмеження

Обмеження в умовах обмерзання:

У зв'язку з недостатньою стійкістю роботи двигунів ТВЗ-117 без ПЗУ при попаданні в газо-повітряний тракт значної кількості снігу, води і їх можливим довільним вимкненням вхід в зливові опади (сніг, дощ) при видимості менше 2000 м і в діапазоні температур від $+5^\circ\text{C}$ до -5°C **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

При ненавмисному потраплянні вертольота в зазначені умови вжити заходів для виходу з цієї зони аж до виконання посадки на підібрану з повітря майданчик, уникаючи різких змін режимів роботи двигунів і різких еволюцій вертольота.

Польоти в умовах обмерзання **дозволяється** проводити при температурах зовнішнього повітря не нижче -12°C , при ненавмисному потраплянні в зону обмерзання з температурою нижче -12°C , а також при відмовах ПОС **необхідно вжити заходів до негайного виходу із зони обмерзання** і доповісти наземній службі УВС.

4. Обмеження по силовій установці

Надійний запуск двигунів ТВЗ-117ВМ забезпечується до $H = 4000 \text{ м}$.

Запуск двигуна в польоті дозволяється проводити при оборотах турбокомпресора **не більше 7%**.

Час прийомістості не більше:

- 9 с** - від МГ до злітного режиму;
- 4 с** - від І крейсерського до злітної режиму;
- 3 - 6 с** - від малого газу до правої корекції.

Максимально допустимі параметри роботи двигуна ТВ3-117ВМ

Режим	Температура газів перед турбіною компресора, °С, не більше	Частота обертання турбіни компресора, %, не більше
Надзвичайний	990	101,15
Злітний	990	101,15
Номинальний	955	99
I крейсерський	910	97,5
II крейсерський	870	95,5
Малий газ	780	за графіком

Режим роботи двигуна визначається за вказівником вимірювача режимів IP-117М по положенню бокового індексу щодо "0", "Н", "К":

- злітний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального індексу "Н" навпроти індексу "0";
- номінальний режим - бічний індекс знаходиться вище центрального індексу "К" навпроти індексу "Н";
- крейсерський режим - бічний індекс знаходиться навпроти центрального індексу "К" або нижче його.

Визначення режимів роботи двигунів по IP-117М виробляють до висоти 2500 м, або після досягнення максимально допустимих обертів турбокомпресора і температурі газу, або по параметру що першим досяг максимально допустимого значення.

Вихід двигуна на надзвичайний (форсований) режим вимірником не фіксується. Облік напрацювання двигунів на режимах ведеться по двигуну, що працює на більшій режимі.

Мінімально допустимий час між повторними виходами на надзвичайний і злітні режими в разі повного використання дозволеного часу напрацювання - 5 хв.

Примітки: при експлуатації вертольота необхідно дотримуватися таких умов:

1. При прогріванні двигуна на режимі малого газу допускається тиск масла не більше 4,8 кГ/см² при температурі масла нижче 70°C.

2. У разі необхідності допускається безперервна робота двигуна від 6 до 15 хв. на злітному режимі не більше 3% за ресурс.

Напрацювання двигуна на надзвичайному режимі повинно бути не більше 1% від загального напрацювання за ресурс, 0,25% - від 6 - 15 хв.

3. Надзвичайний режим роботи двигунів використовується тільки в разі відмови одного з двигунів.

4. У разі відмови одного з двигунів допускається одноразовий (за ресурс) безперервна робота на надзвичайному режимі протягом від 15 хв до 60 хв, після чого двигун і редуктор підлягають заміні.

5. Допускається коливання частоти обертання турбокомпресора на сталих режимах в межах $\pm 0,5\%$.

6. Різниця оборотів турбокомпресора при спільній роботі двигунів не більше:

2% - на номінальному і I крейсерському режимах;

3% - на злітній режимі при спрацьовуванні регулятора температури.

Запуск без підігріву дозволено виконувати до температури зовнішнього повітря -40°C .

У зимових умовах при температурі масла в двигунах мінус $30 - 40^{\circ}\text{C}$, перед запуском необхідно провести дві холодні прокрутки двигуна з інтервалом 3 хв.

5. Обмеження по редукторові

5.1 Головний редуктор ВР-14

Тиск масла:

- на режимі малого газу $0,5 \text{ кг/см}^2$;
- при польотах з ковзанням короткочасно (до 30 с) не менше $2,5 \text{ кг/см}^2$;
- на інших режимах $3,5 \pm 0,5 \text{ кгс / см}^2$.

Температура масла:

- максимальна не більше 90°C ;
- рекомендована $50-80^{\circ}\text{C}$;
- мінімальна, яка припускає вихід з малого газу на режимну роботу -15°C ;
- мінімально допустима при тривалій роботі $+30^{\circ}\text{C}$.

Запуск без підігріву до -40°C .

Максимальна температура масла в хвостовому і проміжному редукторах допускається не більше 110°C .

5.2 Обмеження по двигуну АІ-9В

Газотурбінний двигун АІ-9В призначений для запуску двигуна ТВ3-117ВМ і як резервне джерело живлення електричної мережі вертольота.

Максимально допустима температура газів за турбіною двигуна АІ-9В:

- при запуску 880°C ;
- на режимі холостого ходу 720°C ;
- на режимах відбору повітря і генераторному 750°C .

Максимальний час безперервної роботи в генераторному режимі не більше 30 хв.

Витрата палива 80 кг / год .

Максимальна висота експлуатації двигуна АІ-9В - 4000 м.

6. Розрахунок польоту.

6.1 Отримання вихідних матеріалів для розрахунку.

Вихідні дані для розрахунку польоту:

- відстань по маршруту від аеродрому вильоту до аеродрому призначення;
- відстань від аеродрому призначення до найбільш віддаленого запасного аеродрому;
- дані о розподіленні вітру і температури повітря по висотам;
- фактичні або прогнозовані метеоумови на аеродромах вильоту, призначення і запасного: напрям і швидкість вітру, тиск і температура повітря;
- масу спорядженого вертольоту і його центрування по формуляру;

- параметри майданчиків зльоту і посадки;
- дані по масам і габаритам вантажів, що перевозяться, а також розміщення їх центрів мас.

6.2 Визначення найбільш вигідного ешелону і швидкості польоту

а. Найбільш вигідна (по витраті палива) висоту польоту визначається з урахуванням фактичних метеоумов, швидкості і напрямку вітру по висотам, відстані по маршруту польоту;

б. В штільових умовах витрата палива зменшується з висотою і буде мінімальною:

- на $H=3000$ м при $G \approx 11100$ кг ;

- на $H=2000$ м при $G \approx 13000$ кг.

в. Для горизонтального польоту швидкість вибирається з вимог і умов польотного завдання: буде політ для найбільшої відстані або найбільшої тривалості:

- тривалі польоти рекомендується виконувати на крейсерських швидкостях (± 10 км/год);

- режим роботи повинен відповідати крейсерському режиму;

- максимальна тривалість польоту досягається на швидкості 120...140 км/год;

- швидкості максимальної відстані та тривалості польоту приведено в таблицях (КЛЕ, 7.5.1):

Висота, м	$m \leq 11100 \text{ кг}$							
	Повітряні				Приладові			
	V_{\max}	$V_{\text{крейс}}$	$V_{\text{ек}}$	V_{\min}	V_{\max}	$V_{\text{крейс}}$	$V_{\text{ек}}$	V_{\min}
0	252	233	125	68	250	230	120	60
500	258	233	128	70	250	225	120	60
1000	264	233	132	72	250	220	120	60
2000	256	234	138	75	230	210	120	60
3000	246	230	133	79	210	195	110	60
4000	213	213	141	82	170	170	110	60
5000	163	163	138	86	120	120	100	60
6000	145	145	132	119	100	100	95	80

Висота, м	$11100 \text{ кг} \leq m \leq 13000$							
	Повітряні				Приладові			
	V_{\max}	$V_{\text{крейс}}$	$V_{\text{ек}}$	V_{\min}	V_{\max}	$V_{\text{крейс}}$	$V_{\text{ек}}$	V_{\min}
0	233	219	125	68	230	215	120	60
500	238	218	128	70	230	210	120	60
1000	244	218	132	72	230	205	120	60
2000	218	218	138	75	195	195	120	60
3000	190	190	133	79	160	160	110	60
4000	154	154	141	82	120	120	110	60
4800	135	135	135	86	100	100	100	80

Для **H=1500** м і нижче, режим найбільшої дальності досягається на швидкості **20-30** км/год менше максимальної швидкості.

На висотах понад **1500** м режим найбільшої дальності близький або збігається з обмеженнями по швидкості.

Польоти на висотах від **2000** до **3000** м збільшують дальність польоту приблизно на **15%** в порівнянні з польотами на малих висотах.

6.3 Визначення максимально-допустимої злітно-посадкової маси вертольота

Вибір виду зльоту (посадки) залежить від розмірів майданчика і повітряних підходів до нього.

Максимально допустима польотна маса залежить від барометричної висоти розташування аеродрому (майданчика) над рівнем моря, температури зовнішнього повітря і виду зльоту (посадки) і визначається по номограмам (КЛЕ 3.1.1 і 3.1.3), які розраховані для злітного режиму роботи двигунів за алгоритмом:

$$t_{\text{нов}}^{\circ} \Rightarrow H_{\text{бар}} \Rightarrow G' \Rightarrow \text{поправка ваги на вітер} \Rightarrow G_{\text{зл}}$$

Поправка польотної ваги на вітер визначаються по номограмам КЛЕ 3.1.2 і 3.1.4.

Визначення граничної маси вертольота під час зльоту і посадки політаковому виробляти по номограмі з ВВПП і збільшити отримане значення на **500** кг.

Номограми розраховані для злітного режиму і оборотів НВ - 93%.

При включенні відбору повітря на ежектори ПЗУ граничну злітно-посадкову масу вертольота, визначену за номограмами, зменшити на **200** кг, а при включенні ПОС двигунів і гвинтів зменшити на **1000** кг.

Максимально допустима злітна маса, що забезпечує можливість виконання горизонтального польоту на найвигіднішій швидкості, при відмові одного двигуна і роботі іншого на надзвичайному режимі, визначається по номограмі КЛЕ 3.1.5. При включенні ПОС двигунів вага зменшується на **400** кг.

При необхідності набору висоти з вертикальною швидкістю $V_y = 0,8$ м/с в разі відмови одного двигуна і роботі іншого на ЧР максимально допустима злітна маса для польоту на найвигіднішій швидкості, визначається по номограмі КЛЕ 3.1.6., при включенні ПОС зменшується на **500** кг .

6.4 Розрахунок часу, шляху і витрати палива по етапам польоту

Для розрахунку маршрут розділяється на характерні ділянки польоту:

- зліт і набір висоти;
- зниження, заходження на посадку і посадка;
- ділянки горизонтального польоту на постійній висоті з постійною швидкістю;
- інші ділянки.

Розрахунок починається з ділянки коли звісна польотна маса вертольоту (наприклад, ділянка зльоту і набору висоти або кінцева ділянка польоту після того, буде знайдено потрібна кількість палива).

Шлях, час польоту і витрата палива вибирається з таблиці (КЛЕ 3.1.3), зниження, заходження на посадку і витрата палива вибираються з таблиці (КЛЕ 3.1.4).

Довжина горизонтальної ділянки маршруту розраховується по формулі:

$$L_{ГП} = L - (L_{НАБ} + L_{ЗН})$$

де L - загальна довжина маршруту.

Час польоту на горизонтальної ділянці розраховується по формулі:

$$t_{ГП} = T - (t_{ВИС1} + t_{НАБ} + t_{ЗН} + t_{ЗАХ} + t_{ВИС2})$$

де T – загальний час польоту.

Якщо час T на звісно, то час польоту на горизонтальної ділянці розраховується за формулою:

$$t_{ГП} = \frac{L_{ГП}}{V_{іст} \pm U_{екв}}$$

де $V_{іст}$ - істина швидкість;

$U_{екв}$ - швидкість еквівалентного вітру (табл. КЛЕ 3.1.8).

Витрата палива на горизонтальної ділянці розраховується по формулі:

$$M_{Т.ГП} = q \cdot L_{ГП}$$

де q – кілометрова витрата палива, яка вибирається з графіків (КЛЕ, рис.3.1.14 – 3.1.20, для середньої польотної маси на ділянці горизонтального польоту).

Середня польотна маса можна визначити одним із засобів:

- якщо звісна маса в кінці ділянці ГП ($M_{кон}$) і її довжина:

$$M_{CP} = M_{кон} + k \cdot q_{кон} \cdot L_{ГП}$$

$L_{ГП}, км$	k
≤ 100	0,5
$100 \leq L_{ГП} < 600$	0,51
≥ 600	0,52

*) $q_{кон}$ визначається для $M_{кон}$;

- якщо звісна маса вертольоту в началі ділянці ГП ($M_{нач}$) і її довжина:

$$M_{CP} = M_{нач} - k \cdot q_{нач} \cdot L_{ГП}$$

де $k = 0,49$, $q_{нач}$ визначається для $M_{нач}$;

- якщо відома маса вертольоту в началі і кінці ділянки ГП, то:

$$M_{CP} = 0.5(M_{нач} + M_{кон})$$

Розрахунок палива при одному вимкненому двигуні в залежності від висоти і швидкості визначається з таблиці КЛЕ, 3.1.6.

Часова витрата палива $Q = q \cdot V_{ict}$ визначається з графіків КЛЕ, рис.3.1.20 – 3.1.27 в залежності від висоти і польотної маси на крейсерських швидкостях польоту.

Витрата палива збільшується:

- при включенні ПОС двигунів і ПЗУ - на 3%;
- при включенні ПОС НГ і РГ - на 2%;
- при включенні ежектора ПЗУ - на 3%;
- при польотах з напіввідкритими стулками - на 4,4%

Витрата палива при роботі двигунів на землі (запуск, випробування, рулювання) - 6 кг / хв.

Витрата палива на злітному режимі - 15 кг / хв.

Витрата палива при роботі АІ-9В - 1,25 кг / хв.

Залишок палива - 20 кг.

6.5 Розрахунок центрування.

Розрахунок центрування виконується двома способами: за допомогою центрувального графіка (КЛЕ, рис.3.1.37) і методом розрахунку (КЛЕ, 3.1.11).

Забезпечення центрування вертольоту і правильного розміщення вантажів виконується згідно з розділом КЛЕ 9.5 «Завантаження вертольоту».

7. Технічна підготовка

Передпольотний огляд і підготовка кабіни до запуску двигунів проводиться згідно Листів контрольного огляду.

Маршрут передпольотного огляду вертольота зовні, см. КЛЕ, рис.3.2.1.

Після виконання передпольотного огляду зовні вертольота звернути увагу на те, щоб лопать N5 не перебувала над вихлопним колектором двигуна АІ-9В.

Огляд всередині вантажної кабіни в основному виконують бортмеханік і другий пілот, звертаючи увагу на розміщення пасажирів, кріплення вантажу та уточнюють центрування.

В кабіні екіпажу кожен член екіпажу займає своє робоче місце і готується до запуску згідно ЛКО, Розділ "Перед запуском двигунів б/м, в/п, к/в".

Завершальним етапом технічної підготовки є виконання контрольної карти перед запуском двигунів.

8. Запуск двигуна АІ-9В

Перед запуском двигунів вертольота провести запуск двигуна АІ-9В:

- дати команду "Запуск АІ-9В";
- на панелі "ЗАПУСК турбоагрегатів" поставити перемикач в положення "ЗАПУСК";

- натиснути на 2-3с кнопку "ЗАПУСК", після чого має загорітися табло "АВТОМАТ.ВКЛЮЧЕНА", двигун АІ-9В автоматично виходить на режим холостого ходу, при цьому загоряться лампи-табло "ДАВЛ.МАСЛА НОРМА", "ОБЕРТИ НОРМА". Час виходу на режим холостого ходу не більше 20 с.

У процесі запуску двигуна АІ-9В допускаються:

- закид температури газів не більше 880°C;
- миготіння лампи табло "ДАВ.МАСЛА НОРМА";
- падіння напруги в мережі при запуску до 18 В.

Після виходу двигуна на режим холостого ходу перевірити параметри його роботи і переконатися в тому, що:

- температура газів за турбіною не більше 720°C;
- горять сигнальні табло "ДАВ.МАСЛА НОРМА", "ОБЕРТИ НОРМА";
- тиск повітря в магістралі відбору повітря для запуску двигунів знаходиться у відповідності з графіком, 8.2.1. (стор. 112)
- перемикач "РЕЗЕРВН.ГЕНЕРАТ" знаходиться в положенні ВИКЛ.

Прогрівуються двигуни АІ-9В на режимі холостого ходу не менше 1хв.

У разі самовільного вимкнення двигуна АІ-9В для припинення подачі палива в двигун необхідно натиснути на 2-3с кнопку "ВИКЛЮЧЕННЯ АІ-9В".

Запуск двигуна АІ-9В припинити натисненням на 2-3с кнопки "ВИКЛЮЧЕННЯ АІ-9В", якщо:

- протягом 9с після початку запуску немає показники температури газів;
- напруга в мережі запуску падає нижче 18В;
- закид температури газів більше 880°C;
- після 30с з початку запуску продовжує горіти сигнальна лампочка роботи автоматичної панелі запуску;
- помічені будь-які інші ненормальності в роботі двигуна і його систем.

У разі невдалого запуску зробити холодну прокрутку двигуна АІ-9В, для чого:

- поставити перемикач в положення "прокрутити";
- натиснути кнопку "ЗАПУСК", при цьому повинні загорятися лампи-табло "АВТОМАТ.ВКЛЮЧЕНА", "ДАВ.МАСЛА НОРМА".

При температурі зовнішнього повітря мінус 40°C і нижче перед запуском необхідно провести підігрів двигуна АІ-9В гарячим повітрям з температурою від + 80°C до + 90°C протягом 25-30 хв. Якщо температура зовнішнього повітря нижче -40°C і двигун АІ-9В пропрацював більше 10 хв., То його повторний

запуск без підігріву дозволяється виконувати протягом 1 ч. З моменту його зупинки.

Дозволяється проводити три послідовних запуску двигуна АІ-9В з перервами між ними не менше 3-х хв., Після чого необхідні його зупинення і охолодження не менше 15 хв.

Дозволяється проводити три послідовних відбору повітря з перервами між відборами не менше 1 хв. на холостому ходу.

Тривалість кожного відбору повітря не більше 45 с. При цьому загальний час безперервної роботи двигуна АІ-9В в зазначеному режимі не більше 10 хв., після чого його вимкнути для охолодження протягом 15 хв.

У разі необхідності дозволяється проводити 5 послідовних відборів повітря для запуску двигуна ТВ3-117ВМ тривалістю не більше 45с кожен, з перервами між відборами не менше 1 хв. на режимі холостого ходу. Загальна безперервний час роботи при цьому має бути не більше 13 хв., Після чого його вимкнути і охолодити протягом не менше 15 хв.

У процесі запуску двигуна АІ-9В включати "СТАРТЕР-ГЕНЕРАТОР" на генераторний режим ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ.

Перед вимиканням двигуна АІ-9В охолодити його протягом 0,5 - 1 хв. в режимі холостого ходу.

9. Запуск двигунів ТВ3-117ВМ

На панелі запуску двигуна ТВ3-117ВМ перемикач поставити в положення ЗАПУСК.

Натиснути пускову кнопку на 2-3с, після чого перевести важіль крана зупинки запускається двигуна в положення ВІДКРИТО. Двигун повинен вийти на обороти малого газу під час трохи більше 60 с. У процесі запуску повинні горіти табло "АВТОМАТ.ВКЛЮЧЕНА" і "СТАРТЕР ПРАЦЮЄ", до оборотів турбокомпресора 60% горить світлосигнальне табло ОТКЛ.ЕРД ЛЕВ (ПРАВ) рухаючись.

Після закінчення циклу роботи панелі табло повинні згаснути (табло "АВТОМАТ.ВКЛЮЧЕНА" - через 30с, табло "СТАРТЕР ПРАЦЮЄ" - при досягненні обертів турбокомпресора 66-67%)

У процесі запуску необхідно стежити за:

- напругою джерела живлення;
- наростанням тиску масла в двигуні і в головному редукторі.

Примітка: Максимальні оберти турбокомпресора більше 45% тиск масла в двигуні має бути не менше 1 кГ/см².

- оборотами турбокомпресора;

- наростанням температури газів перед турбіною;
- тиском в гідросистемі;
- тиском повітря в магістралі запуску;
- стійкою роботою двигуна АІ-9В;
- відключенням повітряного стартера при оборотах турбокомпресора запускається двигуна 66-67%.

При виявленні ненормальних показань приладів або по команді спостерігача з землі вимкнути двигун закриттям крана зупинки і натиснути на кнопку "ПРЕКРАЩЕНИЕ ЗАПУСКА»

10. Параметри роботи двигуна на МГ:

- обороти турбокомпресора і температура газів згідно з графіком;
- тиск масла в двигуні не менше 2 кГ/см²;
- тиск масла в головному редукторі не менше 0,5 кГ/см².

Встановити перемикач "ЛЕВ.-ПРАВ." в положення запуску другого двигуна і зробити його запуск в аналогічному порядку. Після запуску двох двигунів і виходу їх на режим МГ обертів НВ повинні бути в межах 45-65%. Включити резервний генератор і вимикач "ПЕРЕВІРКА ОБЛАДНАННЯ".

Включити ПЗУ, для чого перемикачі "ПЗУ ДВІГ.ЛЕВ.ПРАВ." на правій бічній панелі електропульту льотчиків встановити в положення ВКЛ., проконтролювати загоряння сигнальних табло "ЛЕВ.ПЗУ ВКЛ.", "ПРАВ.ПЗУ ВКЛ.".

Включення ПЗУ супроводжується підвищенням температури газів перед турбіною на 10-15°С.

При температурі зовнішнього повітря + 5°С і нижче включити обігрів двигунів і їх повітрязбірників вручну.

У зимових умовах при температурі масла в двигунах нижче мінус 40°С двигуни і редуктор перед запуском підігріти гарячим повітрям протягом не менше 20 хв.

Запуск двигуна припинити закриттям крана зупинки і натисканням кнопки "припинено. ЗАПУСКУ", якщо відбувається наступне:

- температура газів перед турбіною компресора зростає вище зазначеної на графіку;
- зависання обертів турбокомпресорів на час більше 3с;
- відсутній тиск масла в двигуні або в головному редукторі, а також, якщо тиск масла в двигуні менше 1 кГ/см² при оборотах турбокомпресора більше 45%;
- відсутній тиск у гідравлічній системі і важіль крок-газ довільно переміщається вгору;

- напруга в бортової мережі падає на початку запуску нижче 15В на час більше 1 с;

- при оборотах турбокомпресора запускається двигуна 66-67%

не відбулося відключення повітряного стартера (табло "СТАРТЕР ПРАЦЮЄ" продовжує горіти);

- двигун не виходить на обороти малого газу за час 60 с;

- немає розкрутки НВ при досягненні обертів турбокомпресора двигуна 20-25%;

- тиск масла на вході в двигун при виході його на режим малого газу менше 2 кГ/см² або в головному редукторі менше 0,5 кГ/см²;

- виникла необхідність виключення двигуна АІ-9В в процесі запуску;

- подана команда спостерігає про припинення запуску.

ПОПЕРЕДЖЕННЯ:

1. Повторний запуск дозволяється проводити тільки після повної зупинки турбокомпресора двигуна, а в разі припинення запуску через незагорання палива або через підвищену температуру газів - після холодної прокрутки.

2. У разі запуску двигуна з закритими пожежними кранами подальша експлуатація насоса - регулятора НЕ ДОЗВОЛЯЄТЬСЯ.