

**МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВНУТРІШНІХ СПРАВ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ЛЬОТНИЙ КОЛЕДЖ**

Циклова комісія технічного обслуговування авіаційної техніки

ТЕКСТ ЛЕКЦІЇ

навчальної дисципліни
«Поршневий двигун»
вибіркових компонент
освітньо-професійної програми
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

272 Авіаційний транспорт
(Технічне обслуговування та ремонт повітряних суден і авіадвигунів)

**за темою № 1 – Основні технічні та експлуатаційні дані і характеристики
двигуна**

Кременчук 2023

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

СХВАЛЕНО

Методично радою Кременчуцького
льотного коледжу
Протокол від 28.08.2023 р. № 1

ПОГОДЖЕНО

Секцією науково-методичної ради
ХНУВС з технічних дисциплін
Протокол від 29.08.2023 р. № 7

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки, протокол від 28.08.2023 р. № 1

Розробники: викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки *Яніцький А.А.*

Рецензенти:

1. Завідувач кафедри технологій аеропортів Національного авіаційного університету, д.т.н., професор *Тамаргазін О.А.*

Викладач циклової комісії технічного обслуговування авіаційної техніки Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ, к.т.н., с.н.с. *Тягній В.Г.*

План лекції

1. Принципові схеми поршневих двигунів, схеми приводу повітряного гвинта и гвинта вертольота від поршневого двигуна.
2. Компонування двигуна. Конструктивні Особливості двигуна. Основні технічні й експлуатаційні дані двигуна. Зовнішня, висотний, Гвинтове характеристики двигуна.

Рекомендована література (основна, допоміжна), інформаційні ресурси в Інтернеті

Основна:

1. Крученюк І.Л., Кеба І.В. «Авіаційний двигун М-14В26», 2004 р.
2. Лабазін П.С. «Авіаційний двигун АШ-62ІР», 2004 р.

Допоміжна:

3. Лапшин А.М., Анохін П.І. «Авіаційний двигун М-14П», 2006 р.

Інформаційні ресурси в інтернеті

4. <https://www.youtube.com/watch?v=cIBWNu9flro>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=ZuvtJqDm2vs&t=1s>

Текст лекції

1. Принципові схеми поршневих двигунів, схеми приводу повітряного гвинта вертольота від поршневого двигуна

Класифікація авіаційних поршневих двигунів.

Авіаційні поршневі двигуни відносяться до двигунів внутрішнього згоряння. Це означає, що паливо в ПАД згорає всередині самого двигуна. Камера згоряння ПАД обмежена внутрішньою поверхнею циліндра і поршнем.

Існуючі авіаційні поршневі двигуни можуть бути класифіковані за різними ознаками:

- 1) В залежності від застосовуваного палива.

На літальних апаратах можливе застосування поршневих двигунів легкого і важкого палива.

До двигунів легкого палива відносяться авіаційні ПАД, які використовують в якості палива бензин. Це 4-х тактний двигун, принцип роботи яких буде розглянуто нижче. Двигуни важкого палива працюють на дизельному паливі (солярці).

В даний час всі застосовувані на ЛА ПАД є двигунами легкого палива, тобто в якості палива використовують бензин.

- 2) За способом сумішоутворення.

Розрізняють двигуни з зовнішнім сумішоутворенням (карбюраторні) і з внутрішнім сумішоутворенням (безпосереднє уприскування палива в циліндри).

3) Залежно від розташування циліндрів.

Розрізняють двигуни з рядним розташуванням циліндрів і (циліндри розташовуються в один і більше рядів, один за іншим) і зіркоподібні (циліндри розташовані по колу).

4) Залежно від способу охолодження.

Розрізняють двигуни рідинного і повітряного охолодження.

5) Залежно від характеру зміни потужності при зміні висоти польоту.

Авіаційні ПАД поділяються на висотні і невисотні. Висотні двигуни при збільшенні висоти зберігає свою потужність до досягнення якоїсь певної висоти, званої розрахункової ($H_{расч}$). При подальшому збільшенні висоти (якщо $H > H_{расч}$) потужність у висотних двигунів знижується. У невисотних двигунів потужність зі збільшенням висоти тільки знижується.

На пасажирські і транспортні літаки встановлюються висотні двигуни. Наприклад, висотним є двигун АШ-62ИР.

Авіаційний поршневий двигун (ПАД) працює на принципі перетворення теплової енергії, що виділяється при згорянні палива, в механічну роботу, яка забезпечує обертання вихідного вала двигуна. Для використання поршневого двигуна на літальних апаратах він повинен працювати спільно з повітряним гвинтом. Гвинт встановлюється на вал двигуна і при обертанні, взаємодіючи з навколишнім середовищем, переміщається щодо неї, захоплюючи за собою двигун і літальний апарат, на якому він встановлений.

В даний час ПАД продовжують застосовуватися на літальних апаратах. ПАД має переваги перед ТРД на невеликих швидкостях польоту. Крім того, ПАД дешевше у виробництві і експлуатації, більш економічні при польотах на невелику дальність. Перераховані переваги ПАД визначають сфери їх застосування:

1. Легкі літаки для перевезення пасажирів і вантажів на невеликі відстані при відсутності доріг і підготовлених злітнопосадочних смуг (ЗПС).

2. Навчальні літаки і вертольоти.

Поршневі двигуни застосовуються на навчальному літаку Як-18 і вертольоті Ка-26. На цих літальних апаратах застосовуються двигуни відповідно М-14П і М-14В26. Застосування ПАД на навчальних ЛА дозволяє знизити вартість початкового навчання льотчиків.

3. Літаки сільськогосподарської авіації.

Поршневий двигун АШ-62ИР встановлений на сільськогосподарському варіанті літака Ан-2. Застосування ПАД на літаках сільськогосподарської авіації

дозволяє зменшити вартість сільськогосподарських робіт і завдяки невеликій швидкості польоту підвищити їх якість.

4. Спортивні літаки.

ПАД встановлені на спортивних літаках Як-50, Як-55, Су-26. На цих літаках встановлені різні модифікації двигуна М-14. Застосування ПАД на спортивних літаках дозволяє виконувати фігури вищого пілотажу при невеликих швидкостях польоту.

Існують і інші області застосування ПАД на літальних апаратах. Наприклад, ПАД доцільно встановлювати на літаки для патрулювання лісових масивів, трубопроводів, викиду десанту для гасіння лісових пожеж, та ін.

Отримання заданої частоти обертання повітряного гвинта забезпечується застосуванням в кінематичного ланцюга від колінчастого вала до валу гвинта планетарного механізму з циліндричними зубчастими колесами (див. Рис. 1).

Застосування редуктора дозволяє збільшувати потужність двигуна за рахунок збільшення частоти обертання колінчастого вала при збереженні невеликих окружних швидкостей лопатей гвинта. На злітній режимі колінчастий вал розвиває частоту обертання 2900 об / хв, в той час як повітряний гвинт робить 1908 об / хв.

При обертанні колінчастого вала провідний вінець обертає сателіти. Впираючись своїми зубами в зуби нерухомою шестерні редуктора, сателіти обкатуються навколо неї і захоплюють за собою вал гвинта в тому ж напрямку, в якому обертається колінчастий вал.

Передавальне число редуктора двигуна М-14П - 0,658.

На корпусі редуктора встановлений регулятор обертів вала повітряного гвинта. Привід регулятора обертів розташований на кронштейні передньої кришки наполегливої підшипника колінчастого вала.

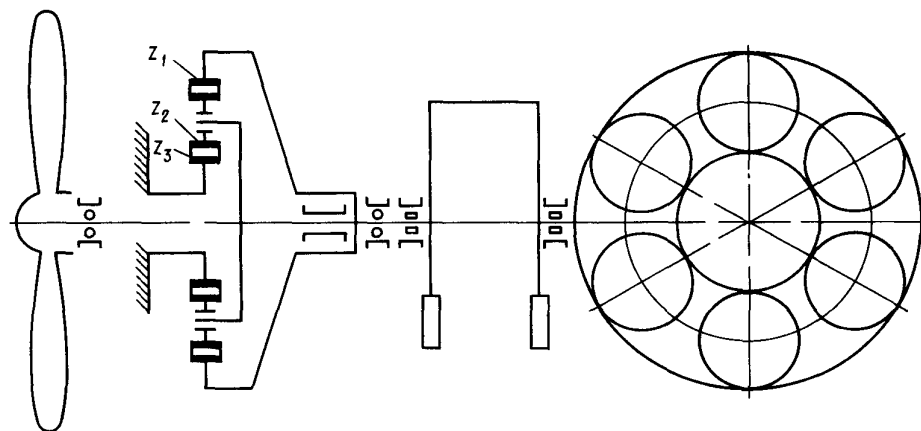


Рис. 1 – Кінематична схема редуктора:

z_1 - число зубів ведучого вінця

z_2 - число зубів сателітів

z_3 - число зубів нерухомою шестерні редуктора

2. Компонування двигуна. Конструктивні Особливості двигуна. Основні технічні й експлуатаційні дані двигуна. Зовнішня, висотний, Гвинтове характеристики двигуна

Основні дані двигуна М-14П. Загальні відомості

Авіаційний двигун М-14П поршневий, чотиритактний, бензиновий, з повітряним охолодженням, девятициліндровий, однорядний, з зіркоподібним розташуванням циліндрів і з карбюраторним смесеобразованием.

Двигун М-14П - невисотного, для поліпшення експлуатаційних характеристик має одношвидкісний відцентровий нагнітач.

Двигун охолоджується повітрям, що поступає через вхідний пристрій в передній частині капота літака. Рівномірне охолодження циліндрів забезпечують повітряні дефлектори, встановлені на кожному циліндрі. Мастило основних вузлів і деталей двигуна проводиться маслом під тиском.

Запуск двигуна здійснюється стисненням повітрям. Розподіл повітря по циліндрах в необхідній послідовності здійснюється розподільником стисненого повітря. Запалювання паливо-повітряної суміші в циліндрах здійснюється електричною іскрою струму високої напруги, утвореного в двох робочих магнето. У кожен циліндр загорнуте по дві свічки і пусковому клапану.

Двигун кріпиться до кільця моторами вісьмома болтами, що проходять через отвори бобишек сумішесбірника.

На двигуні М-14П встановлені:

- повітряний гвинт змінного кроку В530ТА-Д35 - на валу гвинта;
- регулятор постійних оборотів Р-2 сер. 04 - на корпусі редуктора;
- карбюратор АК-14П - на сумішесбірнике;
- два магнето М-9Ф;
- генератор ГСР-3000М 4 серії;
- розподільник стисненого повітря, компресор АК-50А 3 серії;
- датчик тахометра ДТЕ-1;
- маслонасосів МН-І4А;
- бензонасос 702МІІ - на задній кришці картера.

Редуктор двигуна знижує частоту обертання валу повітряного гвинта щодо частоти обертання колінчастого вала.

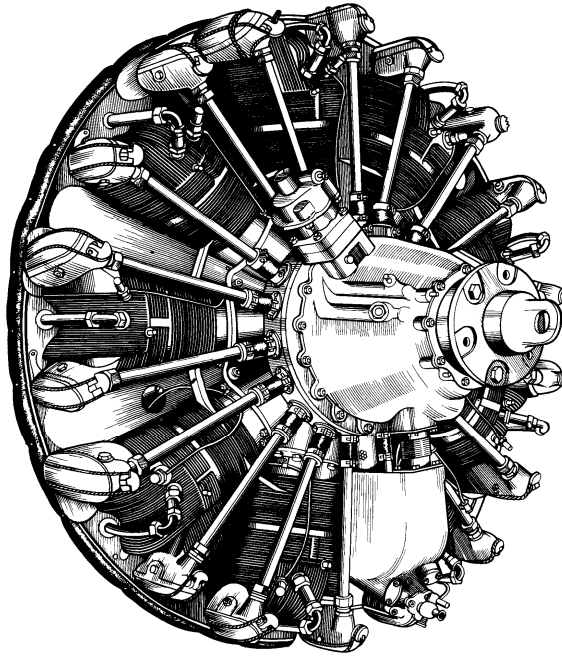


Рис. 2 – Двиун М-14П (вид спереду)

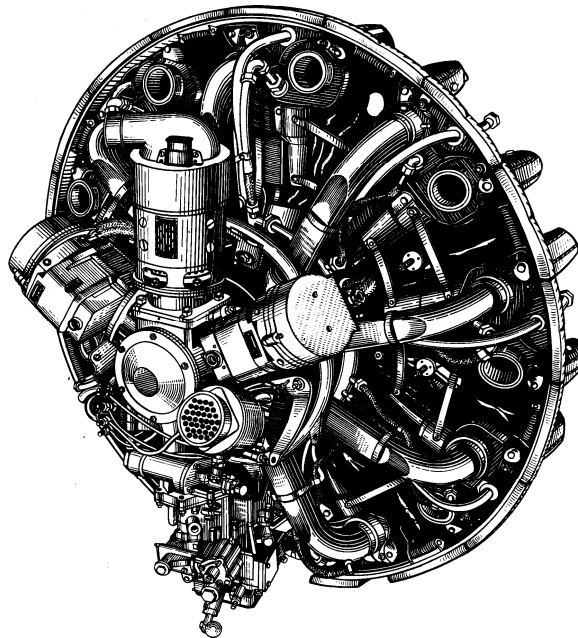


Рис. 3 – Двигун М-14П (вид ззаду)

Основні технічні дані двигуна:

Умовне позначення

М-14П

Система охолодження

Повітряна

Система запуску двигателя

Повітряна

Час безперервної роботи двигуна:

- на злітній режимі

Не більше 5 хв

- на максимальній допустимій частоті вращення.

Не більше 1 хв

- на інших режимах. Не обмежена

Робота двигуна в перевернутому положенні:

- режими роботи Номінальні

- тривалість безперервної роботи. Не більше 2 хв

- загальний час роботи за ресурс. Не більше 18 %

Максимально допустима частота обертання 2950 (101 %) об / хв

Час переходу від 760 об / хв (малий газ) до злітному режиму на нерухомому літаку (прийомистість) Не більше 3 сек.

Максимально допустимий падіння частоти обертання колінчастого вала при перемиканні роботи двигуна на одне магнето на другому номінальному і першому крейсерському режимах

(На легкому гвинті) . 85 об / хв (3 %)

Число циліндрів і їх розташування 9, зіркоподібне, в один ряд

Порядок нумерації циліндрів: Проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку задньої кришки, вважаючи верхній циліндр першим

Діаметр циліндра 105 мм

Хід поршня:

- для циліндра № 4 130 мм

- для циліндрів № 3 і 5 130,15 мм

- для циліндрів № 2 і 6 130,23 мм

- для циліндрів № 8 і 9 130 ,39 мм

- для циліндрів № 1 і 7 131,25 мм

Робочий об'єм всіх циліндрів 10,161 л

Ступінь стиснення 6,3

Напрямок обертання колінчастого вала і вала гвинта Ліве

Суха маса двигателя 214 кг + 2%

ПРИМІТКА. У суху масу двигуна не входить маса генератора, компресора, фільтра тонкого очищення палива з трубопроводами, кільця подмоторной рами, деталей вихлопного колектора, датчика тахометра.

Габаритні розміри двигуна:

- діаметр (по кришок коробок клапанного механізму) (985 ± 3) мм

- довжина (924) мм

редуктор

Тип Планетарний з шістьма сателітами, одноступінчатий
передавальне число 0,658

повітряний гвинт

Умовне позначення B530TA-Д35

Тип змінного кроку, що тягне

Нагнітач

Тип Відцентровий, одноступінчатий, одношвидкісний з механічним приводом

Передавальне число приводу 8,16

карбюратор

Умовне позначення АК-14П

Тип Беспоплавковий

Кількість на двигун I

Тиск палива перед карбюратором:

- на робочих режимах 0,2-0,5 кгс / см²

- на мінімальній частоті обертання Не менш 0,15 КТС / см²

Температура повітря на вході в карбюратор 10-45 ° С

Сорт палива і октанове число Бензин Б91 / 115 ГОСТ 1012-72, з октановим числом не нижче 91

бензонасос

Умовне позначення 702МЛ

Тип Коловоротний

Кількість на двигун I

Передавальне число приводу 1,125

Напрямок обертання приводу Ліве

Фільтр тонкого очищення палива

Умовне позначення 8Д2.966.064

Тип Відстійні

Кількість на двигун I

Робоча рідина Бензин Б91 / П5 ГОСТ 1012-72

Робочий тиск 0,2-0,5 кгс / см² 2

Максимальна пропускна здатність 5 л / хв

Тонкість фільтрації 36-40 мкм

маслонасос

Умовне позначення МН-14А

Тип Шестеренчатий, з нагнітаючої і відкачує ступенями

Кількість на двигун I

Передавальне число приводу 1,125

Напрямок обертання приводу Ліве

Тиск масла в головній магістралі (заміряється через спеціальний штуцер на маслососа):

- на робочих режимах 4-6 кгс / см²

- на мінімальній частоті обертання. Не менш 1 кгс / см² 2г

Температура масла на вході в двигун:

- рекомендуемая 50-65 ° С

- мінімально допустима	40 ° C
- максимальна при тривалій роботі двигателя	Не більше 75 ° C
- максимально допустима протягом роботи двигателя	не більше 15 хв безперервної Не більше 85 ° C
- максимально допустима на виході з двигателя	Не більше 125 ° C
- максимальний перепад температур масла між входом і виходом двигателя	50 ° C

Температура головок циліндрів, яка вимірюється термопарами, встановленими під задні свічки найбільш нагрітого і найбільш холодного циліндрів:

- рекомендована	140-190 ° C
- мінімально допустима для нормальної роботи двигателя	120 ° C
- мінімальна при тривалій роботі двигателя	140 ° C
- максимальна при тривалій роботі двигателя	220 ° C
- максимально допустима при зльоті і наборі висоти	не більше 15 хв і не більше 5% від ресурса 240 ° C

Прокачування масла через двигун при температурі масла

на вході 50-65 ° C на першому номінальному режимі Не понад 13,5 кг / хв
Тепловіддача в масло на першому номінальному режимі е 225 ккал / хв
Сорт масла для літньої і зимової експлуатації МС-20 ГОСТ 21743-76

магнето

Умовне позначення-	9Ф
Тип	Четирехіскровое, екрановане
Кількість на двигатель	2
Передавальне число привода	1,125
Напрямок обертання привода	Левое
Система і тип проводів зажігання	екранірований колектор проводів ПВС-

5

свічка

Умовне обозначение	СД-49СММ
Тип	Керамічна
Кількість на циліндр	2
Порядок запалювання циліндрів	1-3-5-7-9-2-4-6-8

Розподільник стисненого повітря

Тип	Золотніковий
Передавальне число привода	0,5
Напрямок обертання привода	Ліве

Регулювання розподільника стисненого повітря виробляється при положенні поршня в циліндрі № 4 на 12 ° (по куту повороту колінчастого валу)

після ВМТ в такті розширення. Отвір в золотнику розподільника має відкрити отвір підведення повітря до циліндра № 4 на І мм, не більше (по ходу обертання золотника).

Регулювання газорозподілу по куту повороту колінчастого вала (по циліндру № 4):

- початок впуску до ВМТ	(20±4) °
- кінець впуску після НМТ	(54±4) °
- початок випуску до НМТ	(65±4) °
- кінець випуску після ВМТ	(25±4) °

Зазори між роликом коромисла і штоком клапана, що встановлюються для перевірки фаз газорозподілу на двигуні в холодному стані:

- для клапана впуску	1,1 мм
- для клапана випуску	1,1 мм

Зазори між роликом коромисла і штоком клапана, що встановлюються для роботи на двигуні в холодному стані:

- для клапана впускання	$(0,3 \frac{+0,15}{-0,1})$ мм
- для клапана випуску	$(0,3 \frac{+0,15}{-0,1})$ мм

Випередження запалювання по куту повороту колінчастого вала для лівого і правого магнето (до ВМТ в такті стиснення) (23 ± 1) °

Повітряний компресор

Умовне обозначеніє	АК-50А
Тип	Поршневой
Кількість на двігатель	I
Передавальне число прівода	0,9
Напрямок обертання прівода	Праве

Генератор

Умовне позначення	ГСП-3000М 4 серії
Тип	Постійного струму
Кількість на двигун	I
Передавальне число приводу	2,5
Напрямок обертання приводу	Ліве

регулятор оборотів

Умовне позначення	Р-2 сер. 04
Тип	Відцентровий
Передавальне число приводу	1,045
Напрямок обертання приводу	Праве

Датчик показчика частоти обертання двигуна

Умовне позначення

ДТЕ-1

Тип

Електричний

Кількість на двигун

I

Передавальне число приводу

0,9

Напрямок обертання приводу

Ліве

Фільтр-сигналізатор

Тип

Електричний з пластинчато-щілинним елементом

Кількість на двигун

I

Робоча напруга

Не більше 29 В

Сила тока

0,15-0,25 А

Місце розташування

Маслиловідстійник

Покажчик появи стружки

Контрольна лампа на приладовій дошці в

кабіні пілота

Режими роботи двигуна М-14П наведені в таблиці, дросельна характеристика приведена на рис. 4, зовнішня і висотні характеристики - на рис. 5 і 6, діаграма газорозподілу приведена на рис. 7.

режим	Наведена потужність у землі	Частота обертання колінчастого вала, об / хв	Питома витрата палива, г / к.с.-год.	Тиск за нагнітачем, мм рт.ст.
злітна	360 л.с. -2%	2900±1 (99 %)	285-315	129-15 (избыт)
перший номінальний	290 л.с. -2%	2400±1 (82 %)	280-310	95-15 (избыт)
другий номінальний	240 л.с. -2%	2050± (70 %)	265-300	75-15 (избыт)
перший крейсерський	0,75 от замеренной мощности 2 ном	1860± (64 %)	210-230	735±15 (абсол)
другий крейсерський	0,6 от замеренной мощности 2 ном.	1730± (59 %)	215-235	670±15 (абсол)
малий газ	-	Не более 760 (26 %)	-	-

1. Потужність двигуна і питомі витрати палива на всіх режимах, повинні забезпечуватися при незавантажених генераторі і компресорі.

2. Верхня межа потужності і тиск наддуву за нагнітачем на злітній, першому і другому номінальних режимах не обмежуються.

3. У дужках дані номінальні значення частоти обертання колінчастого вала, виражені в процентах по уніфікованому тахометру (99,4% відповідає 2900 об / хв колінчастого вала).

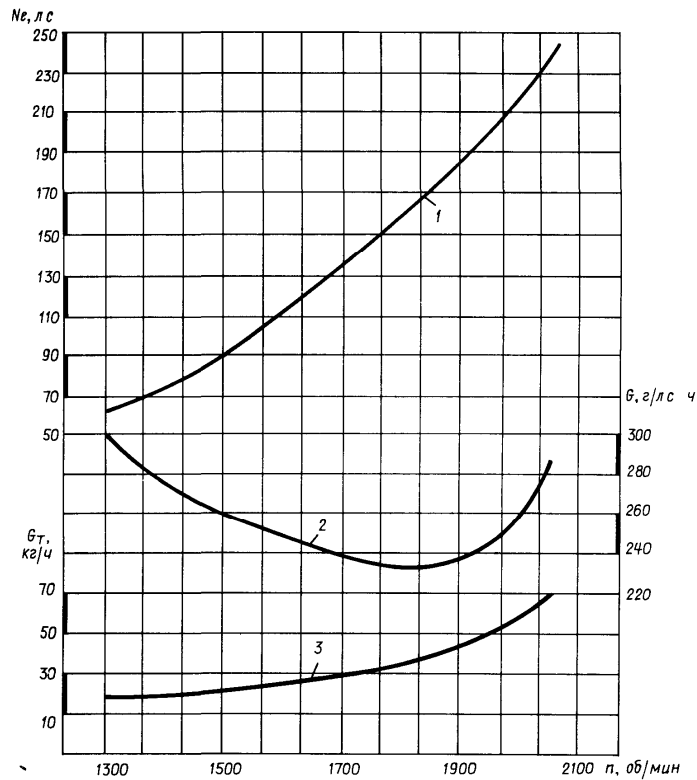


Рис. 4 – Дросельна характеристика:

- 1 - крива, що характеризує потужність
 2 - крива, що характеризує питому витрату палива
 3 - крива, що характеризує часовий витрата палива

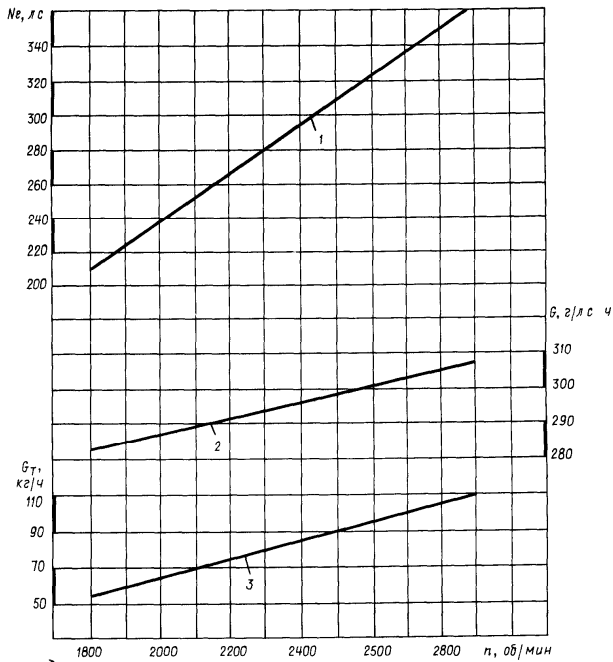


Рис. 5 – Зовнішня характеристика:

- 1 - пряма, що характеризує потужність
 2 - пряма, що характеризує питому витрату палива
 3 - пряма, що характеризує часовий витрату палива

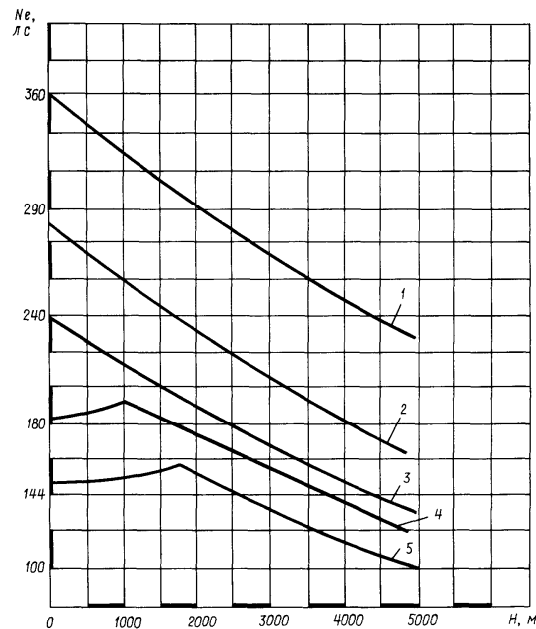


Рис. 6 – Висоті характеристики (розрахункові):

- 1 - на злітній режимі ($n = 2900$ об / хв)
 2 - на першому номінальному режимі ($n = 2400$ об / хв)
 3 - на другому номінальному режимі ($n = 2050$ об / хв)
 4 - на першому крейсерському режимі ($n = 1860$ об / хв)
 5 - на другому крейсерському режимі ($n = 1730$ об / хв)

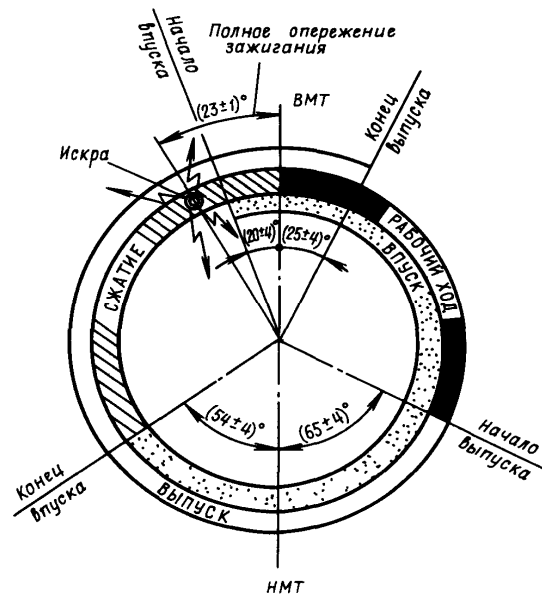


Рис. 7 – Діаграма газоозподулу