Національний аерокосмічний університет
ім. М.Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут"

Факультет авіаційних двигунів
Кафедра теорії авіаційних двигунів

Комплект документів
до випускної роботи магістра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: "Підвищення ефективності ГТД за рахунок утилізації тепла вихідних газів"

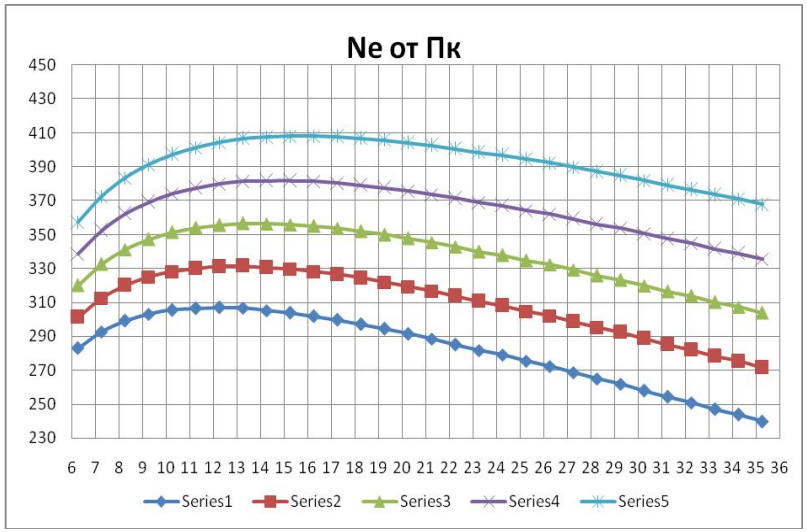
Виконав: студент 6 курсу, групи 261 м
спеціальності
"Енергетичне машинобудування"
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Виконав Шишов В.С.
(прізвище та ініціали)
Керівник Фесенко К.В.
(прізвище та ініціали)

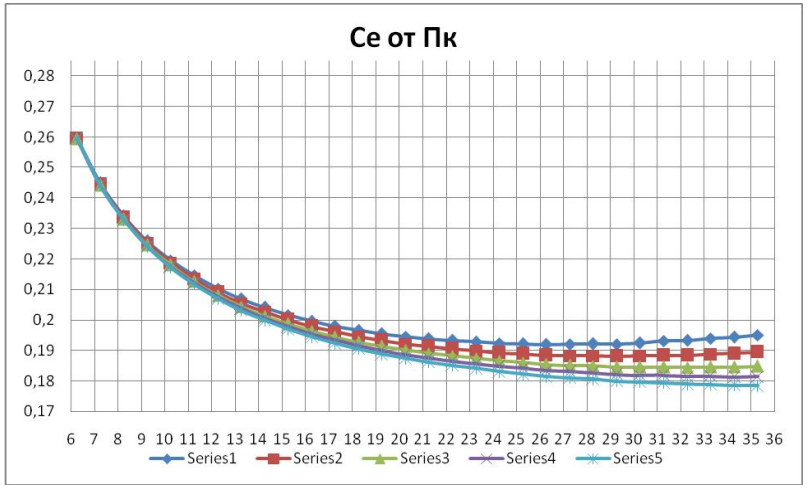
1. Ціль дипломної роботи

- Ціль роботи— підвищити ефективності ГТД за рахунок утилізації тепла вихідних газів.
- Одним з перспективних напрямків розвитку теплоенергетики є використання парогазових установок (ПГУ). Висока початкова температура газів в газотурбінної установки (ГТУ) сприяє підвищенню середньої температури підведення теплоти в комбінованому циклі. ПГУ володіє високими екологічними показниками завдяки оснащенню ГТУ малотоксичних камерами згоряння. Оптимізація уприскування пара в камеру згоряння до оптимального з точки зору термодинаміки значення, ККД ПГУ може досягнутий 60%.

2. Термогазодинамічний розрахунок ГТД



Графік значень $N_{е\ уд} = f(T_г^*, \pi_к^*)$

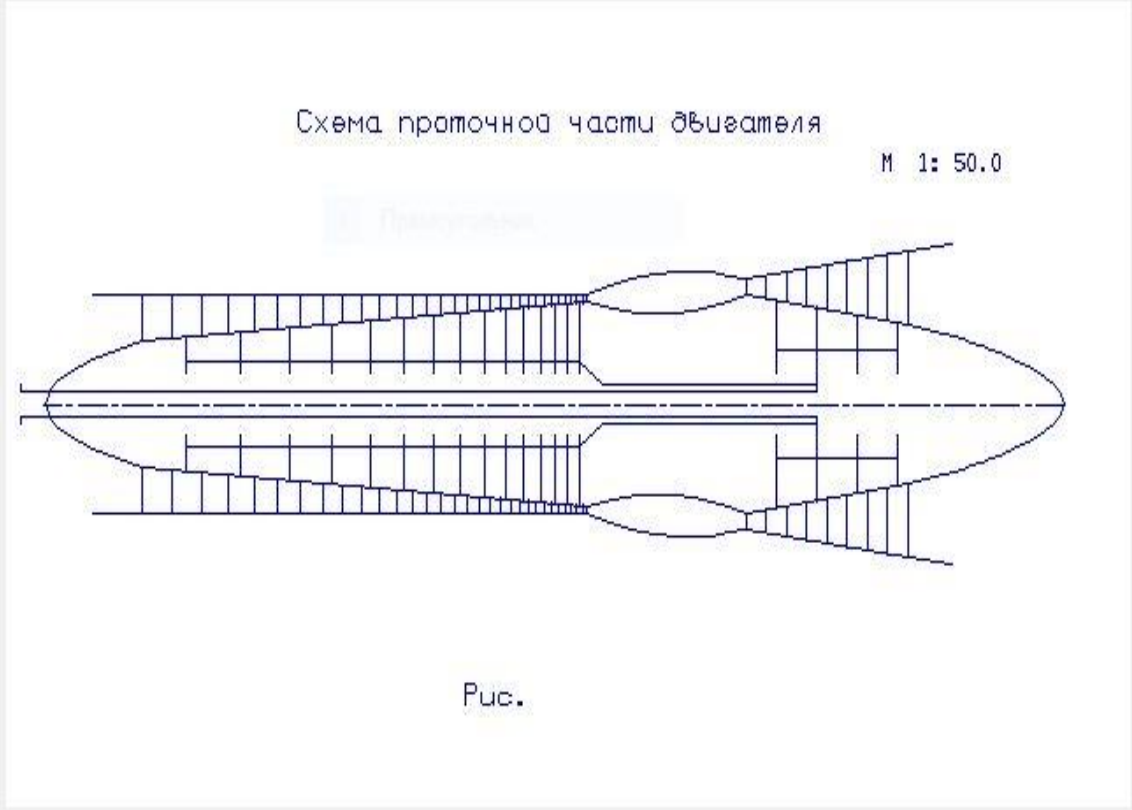


Графік значень $Ce = f(T_г^*, \pi_к^*)$

Враховуючи матеріали, використані для виготовлення лопаток турбіни вибрано в якості розрахункової
T*г= 1498К
При цій температурі, оптимальним значенням ступінь підвищення тиску в компресорі те що відповідає максимуму питомій потужності ($\pi_к^*$ = 15,26)
Розрахункове значення вибирається з діапазону.
$Ne_{уд}$ = 355,6 кВт*с/кг, а витрата повітря 361,6 кг/с

$$\pi_{к\ опт}^* < \pi_{к\ р}^* < \pi_{к\ эк}^*$$

3. *Формування «вигляду» проточної частини ГТД*



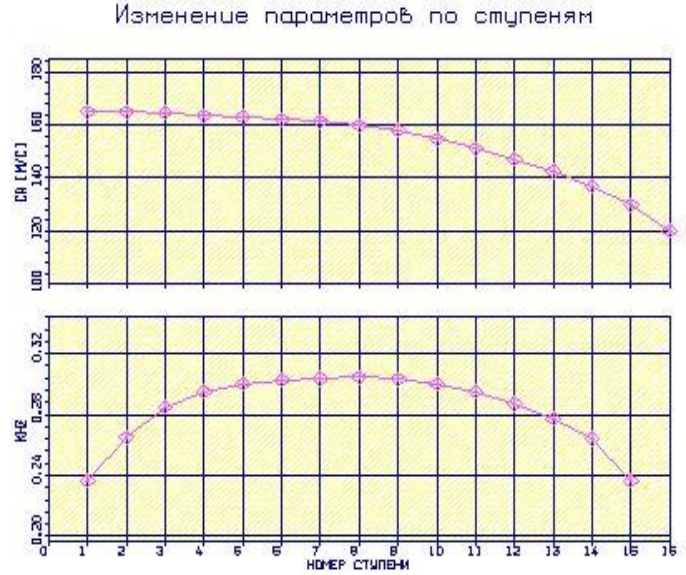
На базі розрахунку було сформовано «вигляд» двигуна. Обрана конструктивно- складна схема ГТД з одновальною блокованою схемою. Така схема забезпечує прийнятні значення параметрів на нерозрахункових режимах. Компресор має форму проточної частини з постійним зовнішнім діаметром.

$\eta_к$=884; H_z=0,269;

$\eta_т$=884; M_z=6,697;

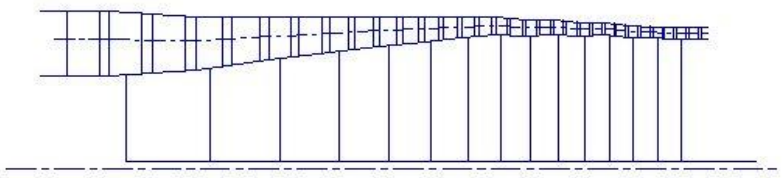
4. *Газодинамічний розрахунок компресора*

В цьому розрахунку було отримано кінцеві геометричні розміри і кількість ступенів при заданому $\pi_к^*$.



Ефективно розподілити $\pi_к^*$, роботи і ККД між всима ступенями компресора.

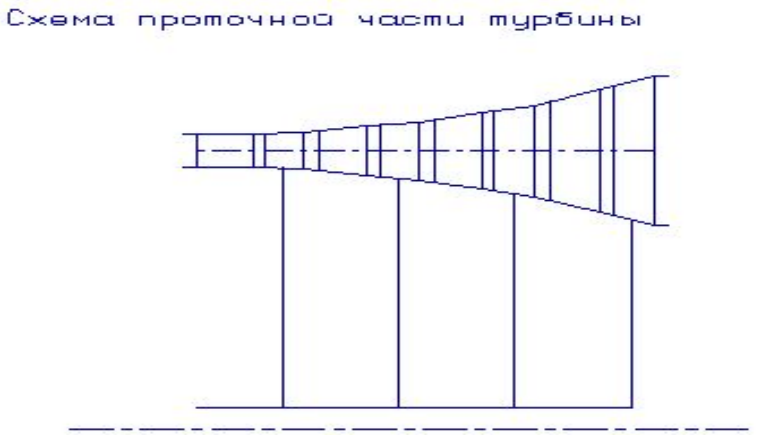
Схема проточной части компрессора

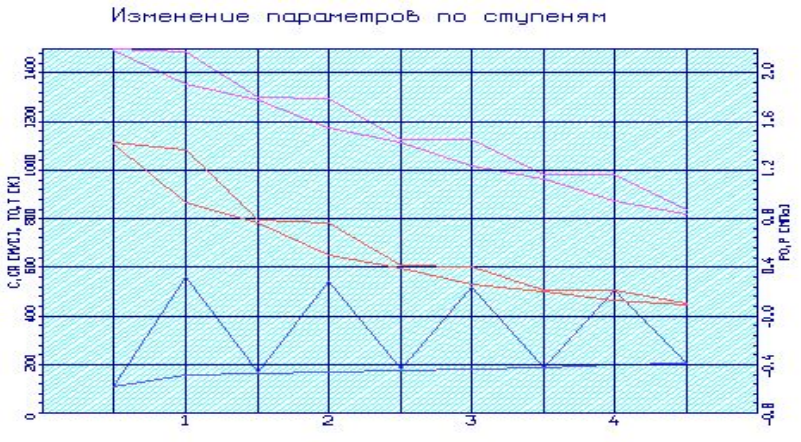


$L_к^* = 397790$ кДж/кг; $M_{1w} = 0{,}7703$;

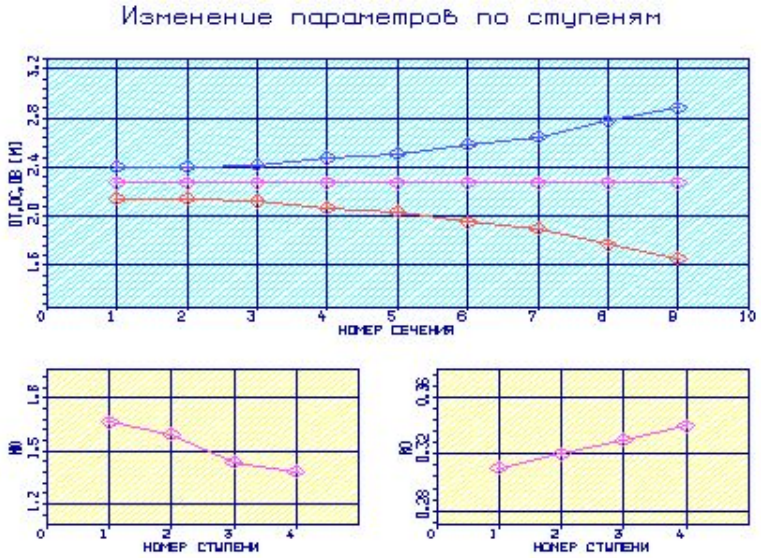
5. *Газодинамічний розрахунок турбіни*

Частина параметрів в якості вихідних даних для розрахунку береться з термогазодинамічного розрахунку і формування «вигляду» двигуна, а параметри, які залишились вибираються по рекомендації посібника.





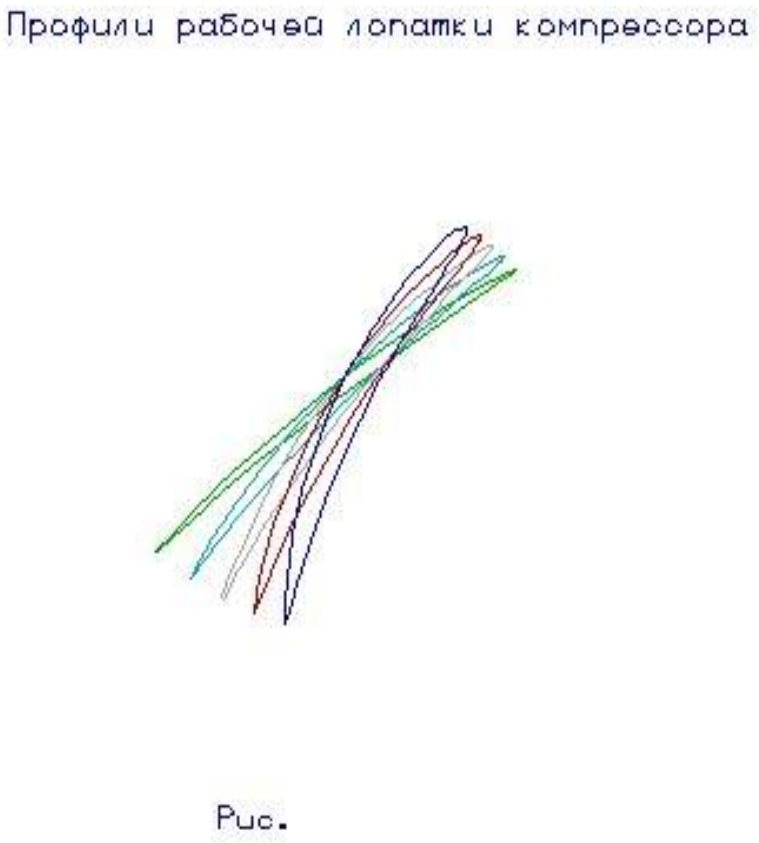
Газодинамічний розрахунок осьової турбіни виконується з ціллю визначення параметрів потоку в характерних перерізах і ККД ступеней.



$\eta_{т1}=0,88$; $\eta_{т2}=0,903$; $\eta_{т3}=0,917$; $\eta_{т4}=0,92$;

$\mu_{zT1}=1,66$; $\mu_{zT2}=1,59$; $\mu_{zT3}=1,42$; $\mu_{zT4}=1,37$.

6. *Профілювання робочої лопатки ступені компресора*

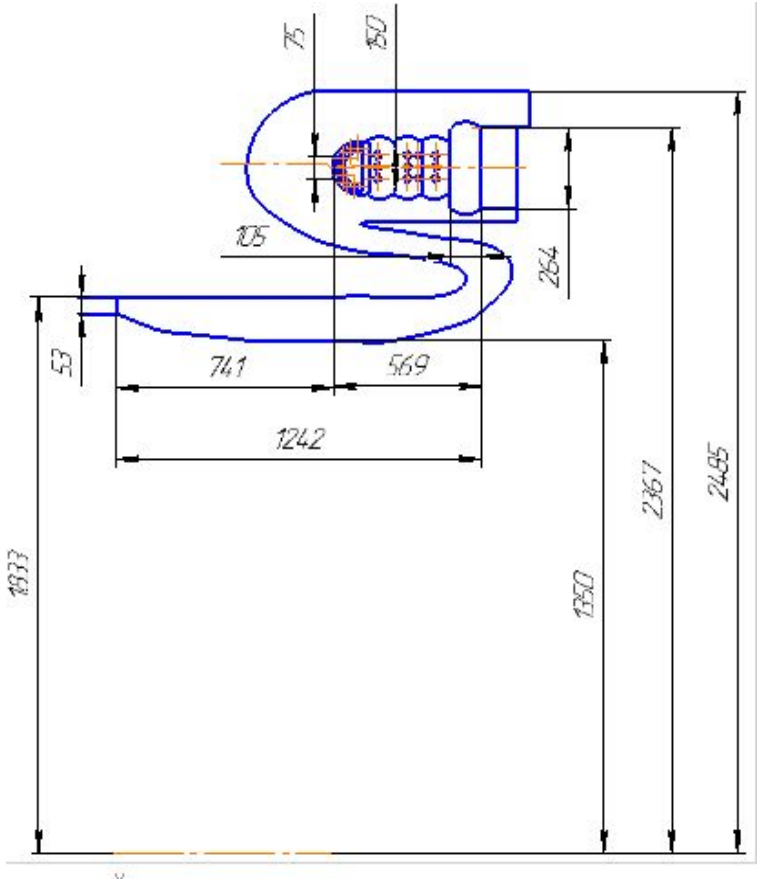


Газодинамічні і кінематичні параметри профільованої ступені на середньому радіусі є вхідними даними для профілювання робочої лопатки компресора. Отримані результати і побудована решітка профілів першого ступеня компресора відповідає встановленим вимогам і зможе забезпечити необхідні параметри.

$\Delta\beta_{вт} = 24,87$ град,

Вибираємо закон: "твердого тіла" (на вході) при заданому Нт (r).

7. Розрахунок камери згорання



Ескиз камери згорання

Для розрахунку використовуються основні геометричні співвідношення КС двигуна-прототипу.

За конструктивним виконанням камера згоряння є трубчато-кільцевої. Наведені розрахунки показують, що спроектована камера згоряння відповідає сучасним вимогам: прийнятною температурою в зоні горіння і порівняно невеликими габаритами.

8. *Дросельна характеристика ГТД*

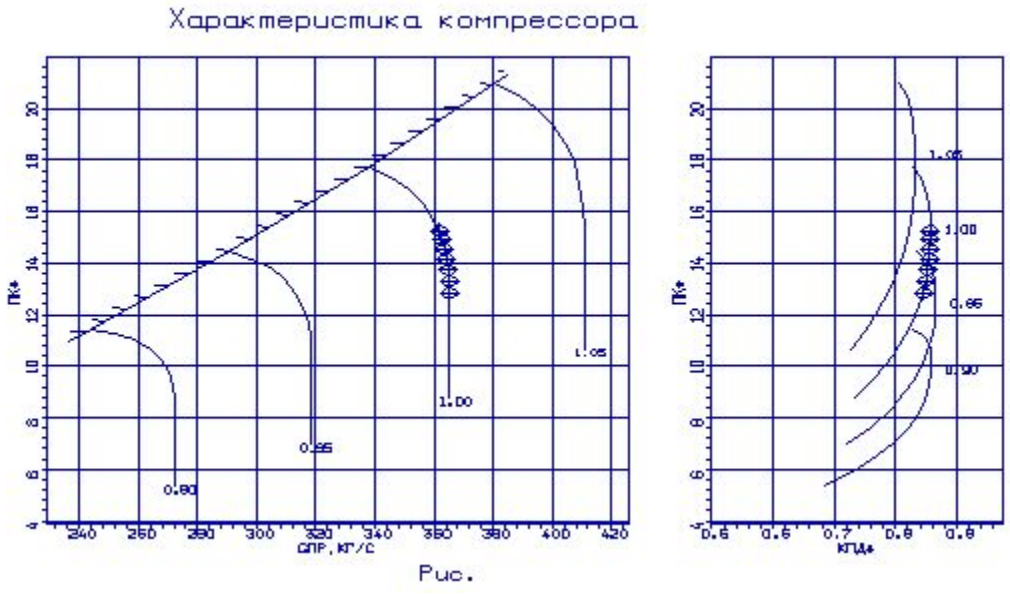
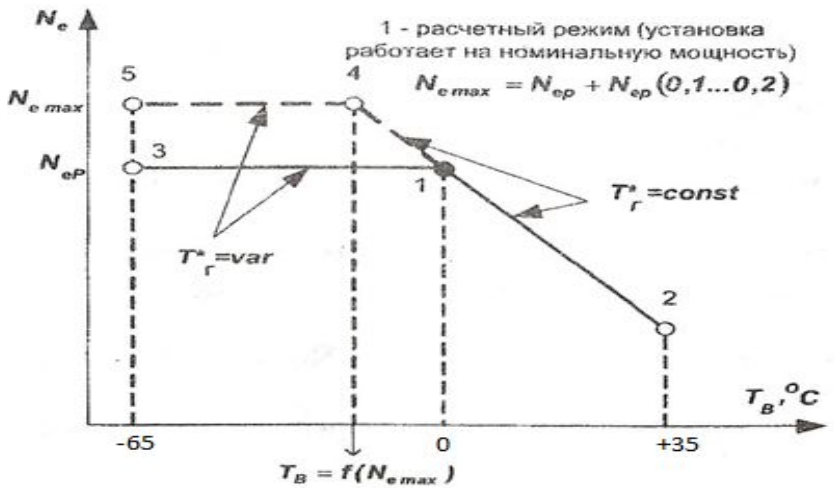


Рис.

Дросельною характеристикою називають залежність основних даних і параметрів двигуна від частоти обертання ротора при заданних умовах на вході в двигун і принятою програмою регулювання.

Була отримана характеристика компресора, а так само залежність основних параметрів двигуна від витрати палива.

9. *Кліматична характеристика*



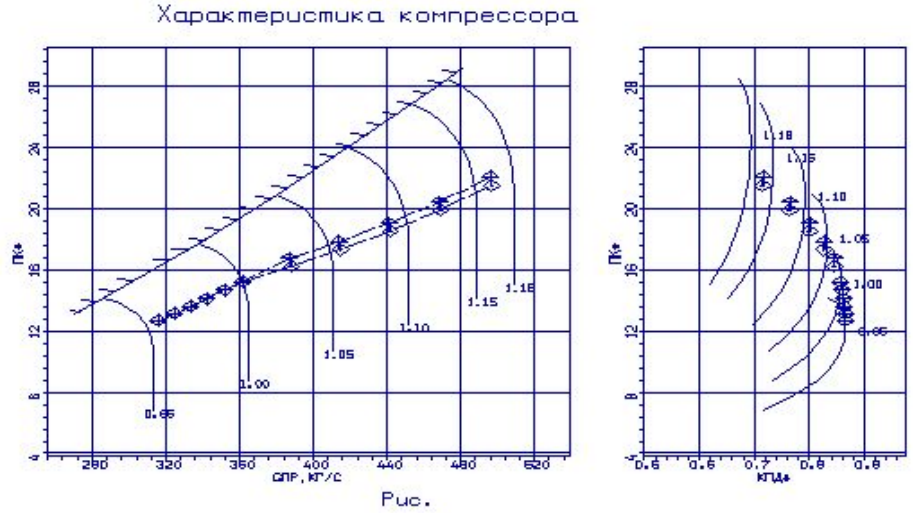
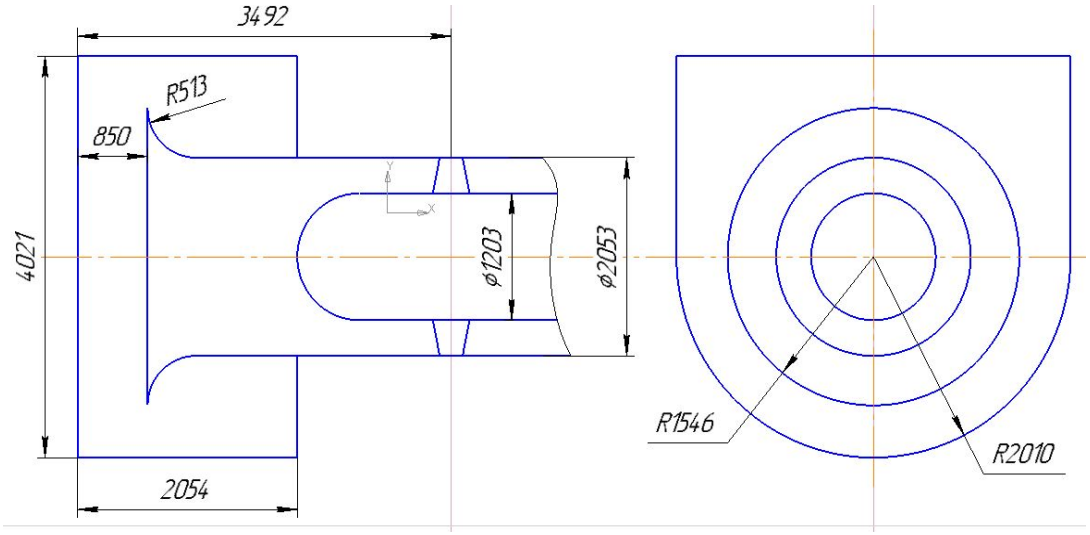


Рис.

Кліматичні характеристиками називають залежність потужності N_e і питомої витрати пального C_e від температури атмосферного повітря $T_н$ (або $t_н$) на злітному режимі при принятій програмі регулювання.

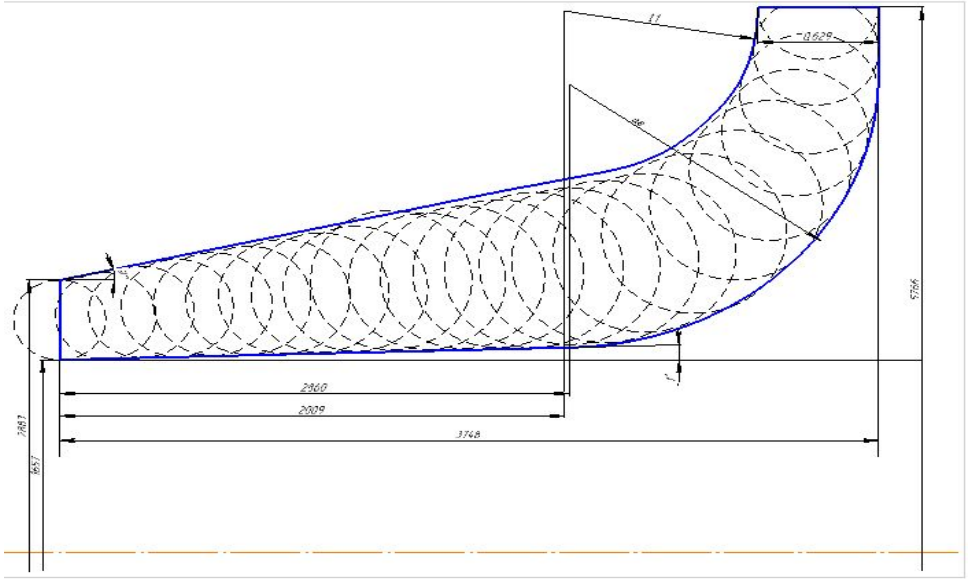
Дослідження кліматичної характеристики було проведене в діапазоні температур навколишнього середовища від -75°С до +30°С. Даний діапазон температур охоплює всі можливі області

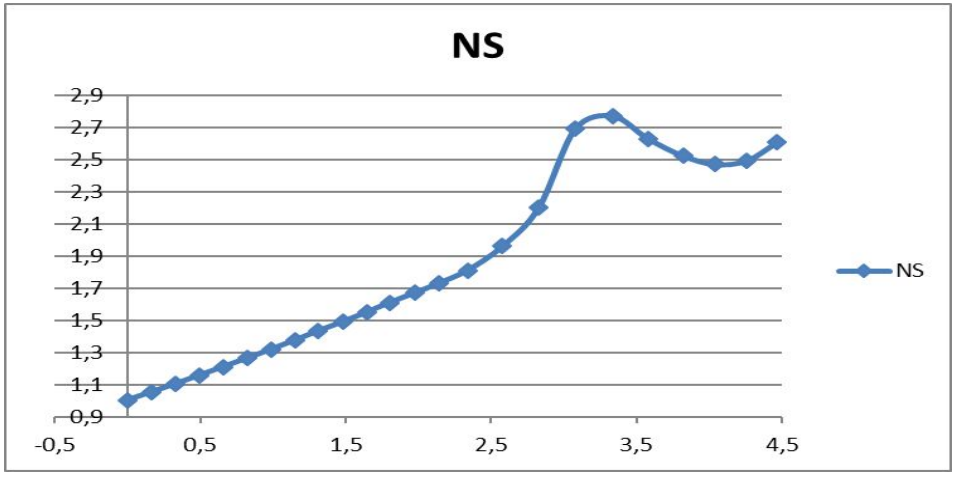
10. Розрахунов вхідного пристрою



Отримане вхідний пристрій забезпечує подачу робочого тіла до компресора з мінімальними спотвореннями полів швидкостей і тисків і мінімальними втратами повного тиску на вході в компресор. Ступінь конфузорно перетину від вхідного перетину до перетину на вході в компресор вибрано оптимально, так щоб забезпечити мінімум втрат в патрубку; з тих же міркувань розраховувався і його діаметр. На цьому етапі були закладені параметри, що відповідають геометричним співвідношенням, що забезпечує рівномірність параметрів на вході в компресор і мінімальні гідравлічні втрати

11. Розрахунок вихідного пристрою

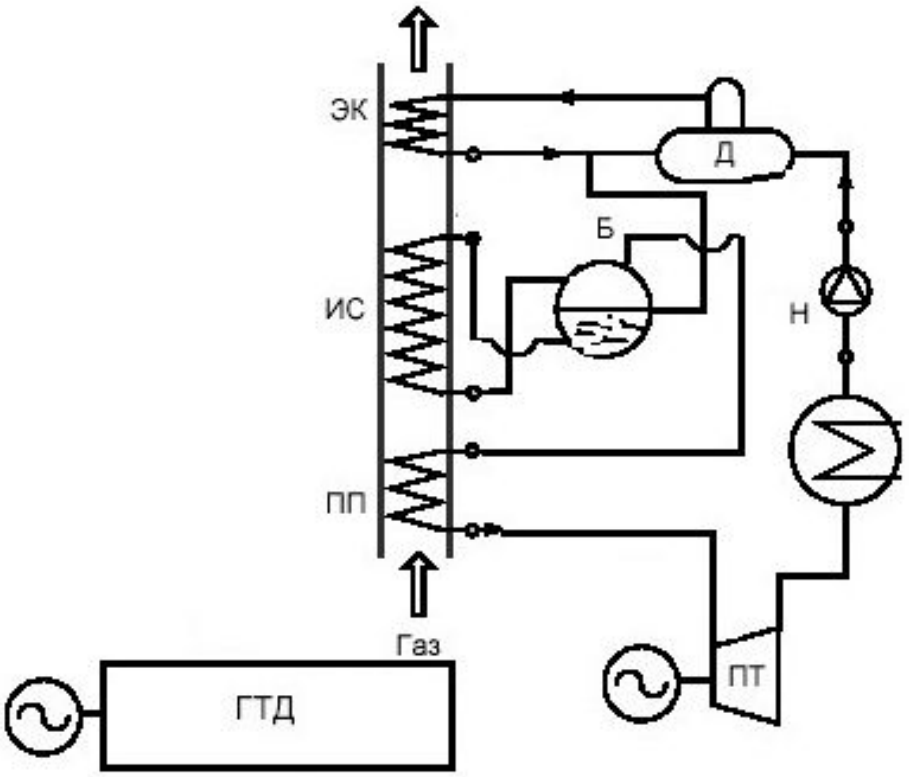




Зміна ступеня розширення уздовж середньої лінії осерадіального дифузора

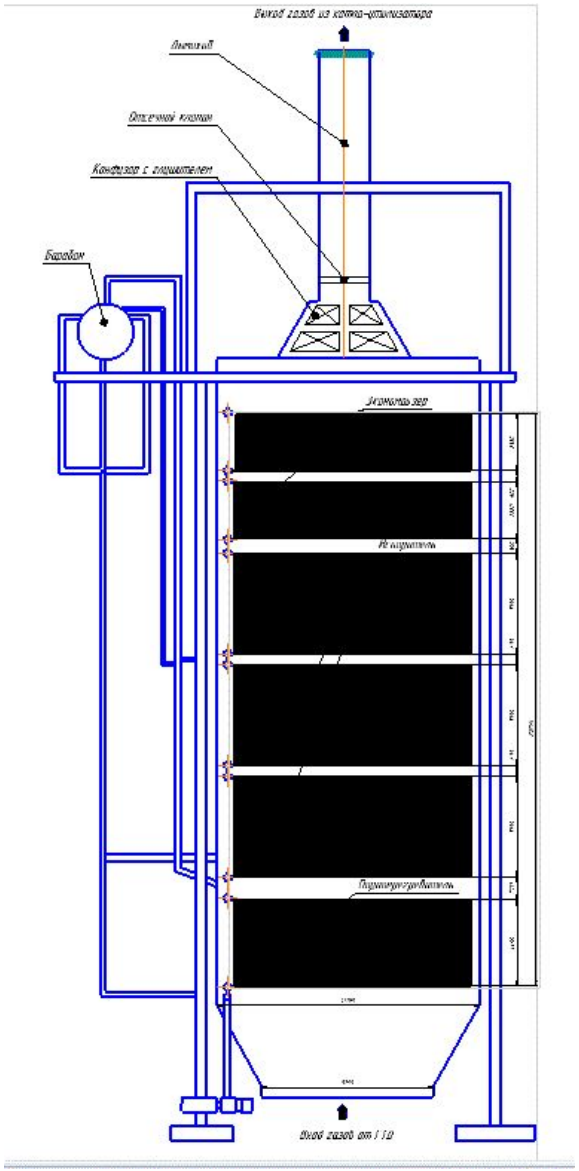
В даному розділі розрахунково-графічної роботи була спроектована схема проточної частини осерадіального дифузора приводного ГТД.Отримане вихідний пристрій відповідає всім вимогам, які пред'являються до осерадіальним дифузорам: забезпечені оптимальні розміри, а також забезпечуються мінімальні втрати і необхідний напрям відведення робочого тіла.

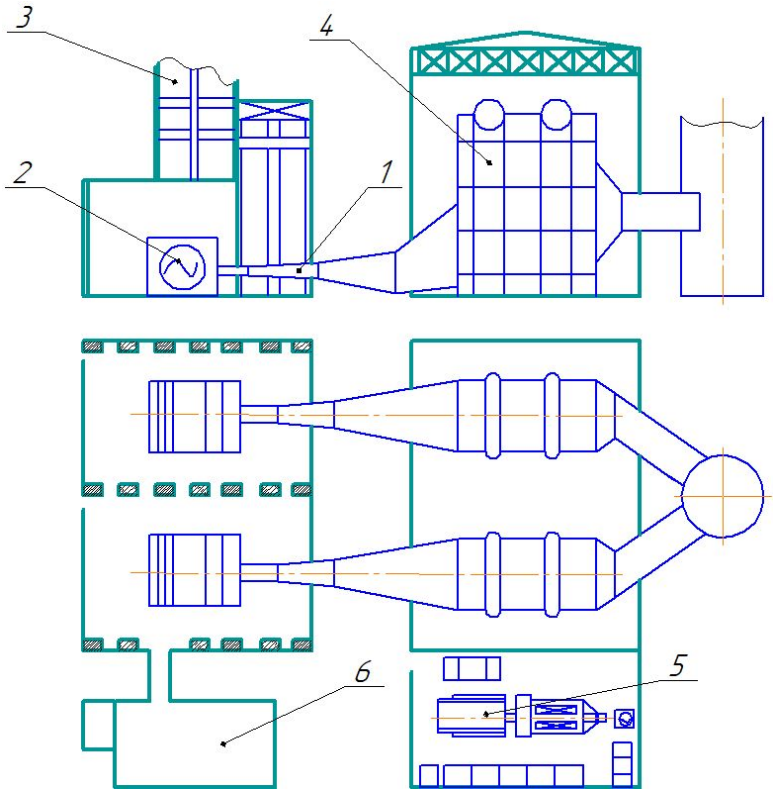
12. Термогазодинамічних розрахунок газопарові установки



В результаті виконання спеціальної частини дипломної роботи був спроектований теплоутилізаційних контур, що дозволив за рахунок утилізації тепла відхідних газів ГТД збільшити потужність енергоустановки.

13. Проектування котла-утилізотора





1. ГТД
2. Генератор
3. Очисник повітря
4. Котел-утилізатор
5. Парова турбіна
6. Трансформатор

14. Порівняння вугілля і природного газу в якості джерела енергії

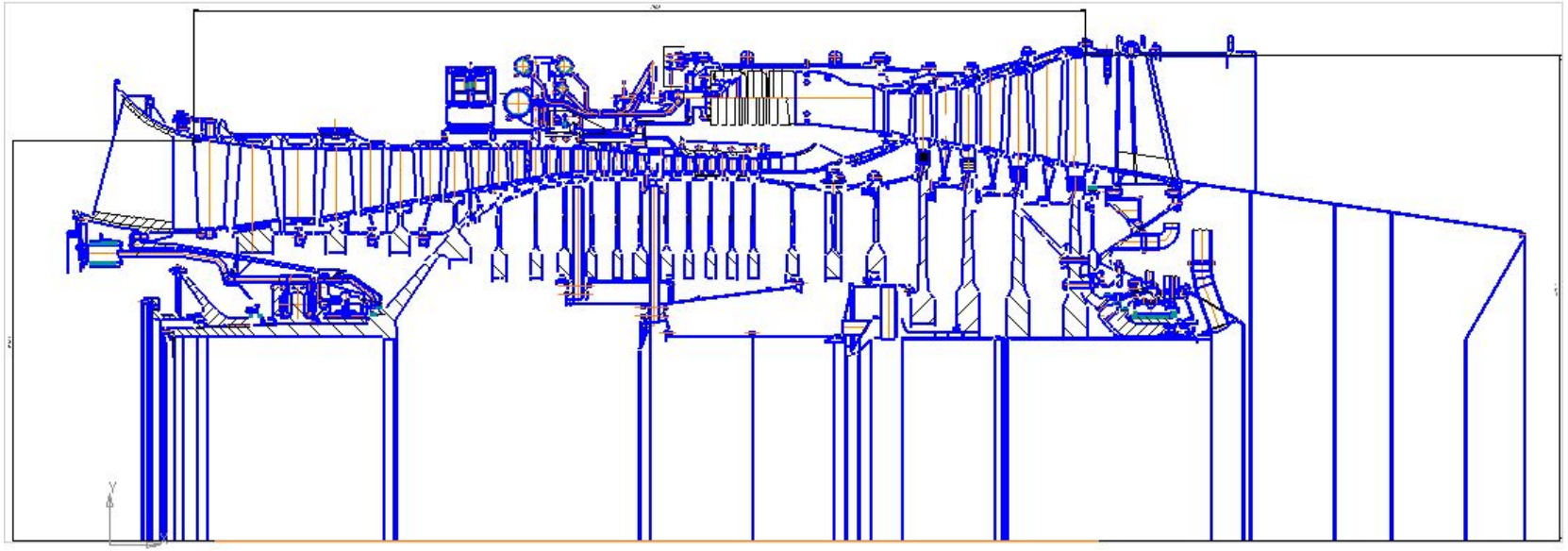
ВУГІЛЛЯ

В економічному більш вигідний вугілля.

ГАЗ

Порівняння показало, що в енергетичному та екологічному плані природний газ є більш вигідним джерелом енергії

15. Конструкторська частина



- - ГТД-110 розроблявся для приводу електрогенераторів в складі газотурбінних енергетичних і парогазових установок великої потужності, призначених для вироблення електричної і теплової енергії в простому, комбінованому і когенераційних циклах:
- - ГТД-110 - енергетична установка електричною потужністю 110 МВт для вироблення електричної і теплової енергії в простому і когенераційних циклах;
- - 15-ступінчастий компресор з регульованим напрямним апаратом;
- - трубчасто-кільцева камера згоряння з 20 жарових труб;
- - 4-ступінчаста турбіна;
- - ротор барабанно дискового типу
- - безредукторного з'єднання з генератором

16. Розрахунок економічності двигуна

У даному розділі проведена порівняльна економічна оцінка ефективності заміни двигуна-прототипу спроектованим ГТД. Була розрахована економія річних фінансових витрат на паливо для виробництва 1 кВт потужності при використанні спроектованого двигуна. Вона складає 132, 29 грн/кВт*год.

17. Висновки

Створення та модернізація сучасних газотурбінних двигунів є однією з важливих і складних актуальних науково-технічних проблем.

В ході виконання науково-дослідної роботи було модернізовано двигун-прототип и спроектовано ПГУ загальної потужності 370 МВт.