



УДК 621.452.322

## РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ОДНОВАЛЬНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА ТРДД

*Г. В. Фотенко, О. В. Кіслов*

*Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
“Харківський авіаційний інститут”*

У силових установках можливо виділити не тільки типові елементи (функціональні елементи), але і типові групи елементів (функціональні модулі), які у свою чергу, мають характеристики у вигляді критеріальних залежностей. Ці залежності не змінюються при використанні функціонального модуля у двигунах різних схем.

Типовими функціональними модулями ТРДД (рис. 1) є:

- газогенератор (ГГ) – компресор, камера згоряння, турбіна компресора ГГ;
- генератор наявної роботи (ГНР) – усі функціональні елементи, окрім вихідного пристрою (сопла);
- генератор вільної роботи (ГВР) – ГГ, вентилятор внутрішнього контуру, турбіни вентилятора внутрішнього контуру.

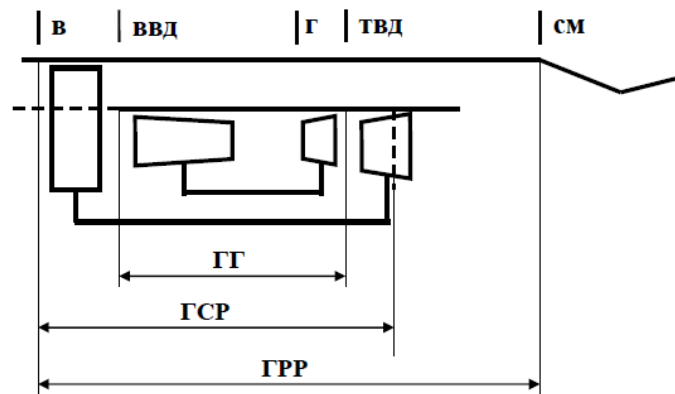


Рис. 1 – Функціональні модулі ТРДД

Характеристики ГГ – залежності параметрів, що характеризують ефективність роботи ГГ, від параметрів, які задають режим роботи ГГ.

В якості параметрів, що характеризують ефективність роботи ГГ доцільно обрати ступінь підвищення тиску ГГ  $\pi_{ГГ}^*$ , ступінь підвищення температури ГГ  $\tau_{ГГ}^*$ , зведена витрата палива  $G_{пал зв ГГ}$  та зведена витрата повітря  $G_{пов зв ГГ}$ .

Газогенератор разом з першим сопловим апаратом (СА) турбіни, розташованої за ним, є одновальним ТРД з нерегульованим соплом. Якщо у горлі соплового апарата турбіни за ГГ  $q(\lambda_{ca}) = 1$ , то  $\pi_{ТВТ}^* = const$ . Відомо, що ця умова однозначно задає положення робочої лінії. Тоді усі безрозмірні комплекси залежать лише від одного безрозмірного параметра. Як параметр, що характеризує режим роботи ГГ доцільно обрати зведену частоту обертання ротору ГГ:



$$n_{ВДЗВ} = n_{ВТ} \sqrt{\frac{T_{ВДД}^*}{T_{ВВД}^*}}$$

Тоді характеристики ГГ можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \pi_{ГГ}^* &= f_1(n_{ВТЗВ}); \\ \tau_{ГГ}^* &= f_2(n_{ВТЗВ}); \\ G_{ПАЛЗВГГ} &= f_3(n_{ВТЗВ}); \\ G_{ПОВЗВГГ} &= f_4(n_{ВТЗВ}). \end{aligned} \quad (1)$$

В роботі характеристики ГГ визначаються шляхом математичного моделювання. У якості об'єкту дослідження обрано ГГ ТРДД. Спочатку одержана дросельна характеристика ТРДД, а потім оброблені результати розрахунку і побудовані залежності (1).

На рис. 2 показані робочі лінії на характеристиках компресорів двовального ТРДД.

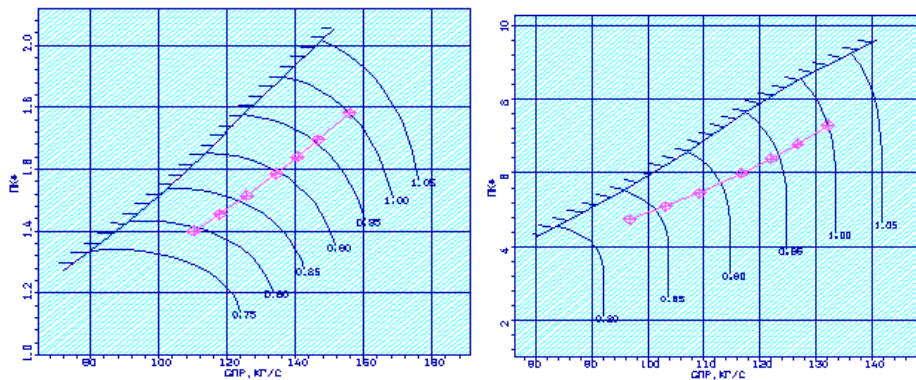


Рис. 2 – Характеристики КНТ і КВТ з робочими лініями

Характеристики ГГ показані на рис. 3.

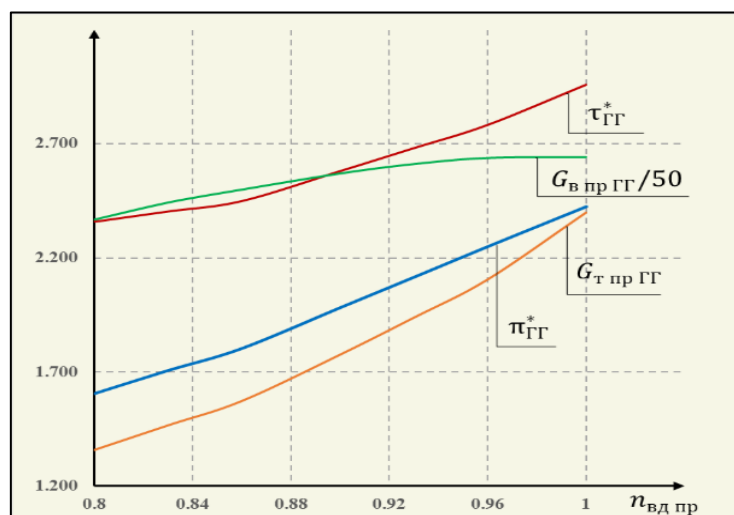


Рис. 3 – Характеристики газогенератора

Наявність характеристик ГГ значно спрощує процес розрахунку характеристик ГТД, особливо при конвертуванні авіаційних двигунів у наземні.



Однак характеристики ГГ у такому вигляді не дають змоги оцінювати та порівнювати між собою різні ГГ. Для того, щоб порівнювати ГГ необхідно мати характеристики, які описують ефективність ГГ та його економічність. Для цього доцільно ввести безрозмірну вільну роботу ГГ  $\bar{L}_{в ГГ}$  та внутрішній ККД ГГ  $\eta_{i ГГ}$ , які виражаються за допомогою характеристик ГГ у формі (1):

$$\bar{L}_{в ГГ} = \frac{L_{в ГГ}}{i_{ввт}^*} = \tau_{ГГ}^* \left( 1 - \frac{1}{\pi_{ГГ}^* \frac{k_r - 1}{k_r}} \right) \frac{C_{pг}}{C_p};$$

$$\eta_{i ГГ} = \frac{C_p T_{ввт п}^*}{H_u} \bar{L}_{св ГГ} \frac{G_{пов зв}}{G_{пал зв ГГ}}$$

За допомогою цих параметрів характеристики ГГ можна представити у вигляді:

$$\begin{aligned} \bar{L}_{в ГГ} &= f_1(n_{вт зв}); \\ \eta_{i ГГ} &= f_2(n_{вт зв}); \end{aligned} \quad (2)$$

Характеристики ГГ у вигляді (2) показані на рис. 4.

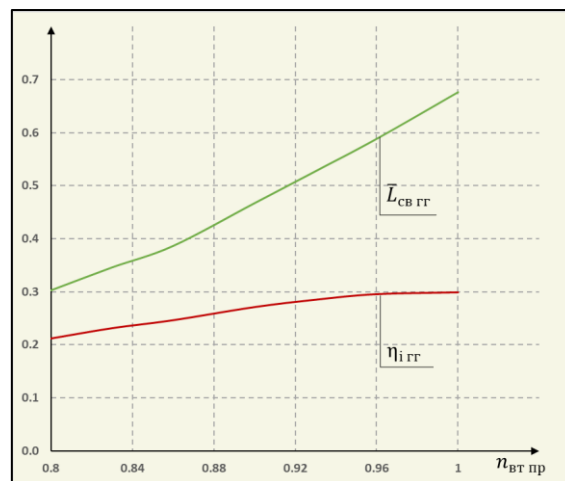


Рис. 4 – Характеристики газогенератору  $\bar{L}_{в ГГ} = f(n_{вт зв})$ ,  $\eta_{i ГГ} = f(n_{вт зв})$

Використання залежності  $\eta_{i ГГ} = f(n_{вт зв})$  має недолік, оскільки на величину  $\eta_{i ГГ}$  впливають параметри циклу ГГ та втрати у проточній частині ГГ. Для оцінки втрат у проточній частині ГГ доцільно ввести відносний внутрішній ККД:

$$\eta_{oi} = \frac{\eta_{i ГГ}}{\eta_{t ГГ}}$$

де  $\eta_{t ГГ}$  – термічний ККД ГГ.

Залежність  $\eta_{oi ГГ} = f(n_{вт зв})$  показана на рис. 5

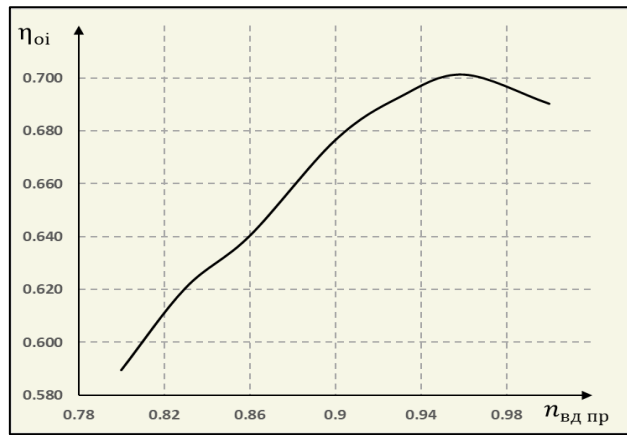


Рис. 5 – Характеристика газогенератора  $\eta_{oi ГГ} = f(n_{вд зв})$

Для врахування роботоспроможності всього робочого тіла треба використовувати вільну потужність ГГ:

$$\bar{N}_{в ГГ} = \bar{L}_{в ГГ} G_{в зв}.$$

Характеристика ГГ у вигляді:

$$\eta_{i ГГ} = f(\bar{N}_{в ГГ})$$

дозволяє не лише оцінити потужність та енергоефективність ГГ, але компактна і зручна для порівняння ГГ. Вона показана на рис. 6.

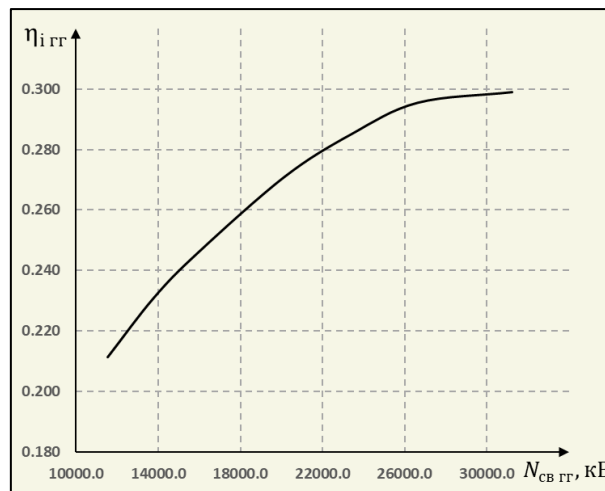


Рис. 6 – Характеристика ГГ  $\eta_{i ГГ} = f(\bar{N}_{св ГГ})$

В роботі одержані характеристики газогенератору в параметрах подібності, які є універсальними і незмінними при використанні ГГ у ГТД будь-якої схеми. Запропоновані перетворення характеристик, які дозволяють порівнювати ГГ.