

УДК 621.165

А.С. МАЗУРЕНКО, д-р техн. наук, Г.А. БАЛАСАНЯН, канд. техн. наук,  
О.А. СИЧОВА

*Одеський національний політехнічний університет*

## **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ КОГЕНЕРАЦІЙНИХ ГТУ ПРИ ЗМІНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОТИ ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Рассматриваются некоторые возможности регулирования соотношения производства тепла и электроэнергии в когенерационных установках на базе ГТУ, а также возможности оценки эффективности таких установок различными методами.

Some opportunities of regulation of a parity of manufacture of heat and the electric power in cogeneration systems on base GT, and also an opportunity of an estimation of efficiency of such system are considered by various methods.

Найважливішою умовою роботи когенераційних ГТУ з максимально досяжною ефективністю є можливість повної утилізації тепла газів після турбіни. Однак це може мати місце лише при точному співпадінні графіку вироблення теплоти і електроенергії конкретною автономною енергоустановкою з графіком відповідних навантажень у споживача [1].

Традиційна оцінка ефективності ГТУ за електричним коефіцієнтом корисної дії (ККД), яка виправдана при роботі установки в режимі виробництва електроенергії, недостатньо об'єктивна та повна при роботі в режимі когенерації. Наприклад, підвищення температури газу перед турбіною, як відомо завжди призводить до суттєвого підвищення ККД. Проте, підвищення електричного ККД призводить до зниження питомого відпуску теплоти в котел-утилізатор. В такому разі в залежності від співвідношення ціни на тепло та електроенергію, а головне від потреб споживача у різних видах енергії, збереження надто високих параметрів перед газовою турбіною може стати недоцільним.

Використання ексерго-економічного підходу до оцінки ефективності багатоцільових енергосистем [2] є досить виправданим, проте виникають проблеми оцінки вартості різних ексергетичних потоків. До того ж, ексерго-економічні методи, які є назамінними при аналізі ефективності різних складових складних енергетичних систем, можуть бути замінені більш простими показниками ефективності при інтегрованій оцінці енергоперетворення в енергоустановці багатоцільового призначення в цілому.

Для когенераційних систем різного типу, але особливо автономних, є доцільним аналіз ефективності газотурбінної тепло- електрогенеруючої системи, на основі коефіцієнту використання палива (КВП) при умові повного та безнадлишкового задоволення визначеного споживача як теплом, так і електроенергією.

Розрахунки, які виконані за допомогою програми-моделі ГТУ з котлом утилізатором (рис. 1) дозволили визначити вплив початкової температури перед турбіною, ступеню підвищення тиску в компресорі, температури зовнішнього повітря та деяких інших параметрів, як на коефіцієнт використання палива:

$$КВП = \frac{N_e + N_T}{B_{II} \cdot Q_n^p}, \quad (1)$$

де  $N_e$  та  $N_T$  — відповідно електрична та тепла потужність когенераційної ГТУ;

$B_{II}$  — витрата палива в заданому режимі,

так і на співвідношення виробництва електроенергії та тепла:

$$K_c = \frac{N_e}{N_T} \quad (2)$$

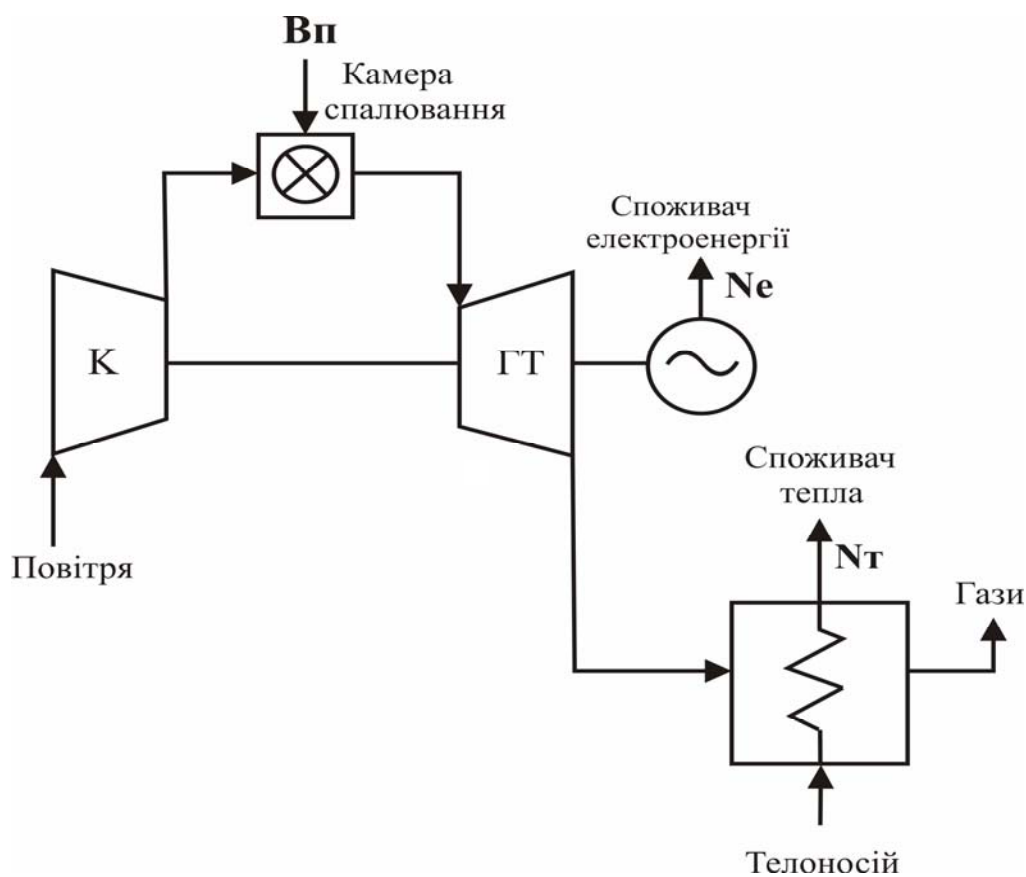


Рис. 1. Схема когенераційної ГТУ з котлом утилізатором тепла

На рис. 2 представлені результати визначення ефективності установки, представленої на рис.1 за показником КВП при тиску газу перед турбіною  $P_0 = 2,4$  МПа та зміні температури газу перед турбіною  $T_0$  в широкому діапазоні при трьох значеннях температури повітря:  $-15^0$  С,  $0^0$  С та  $30^0$  С.

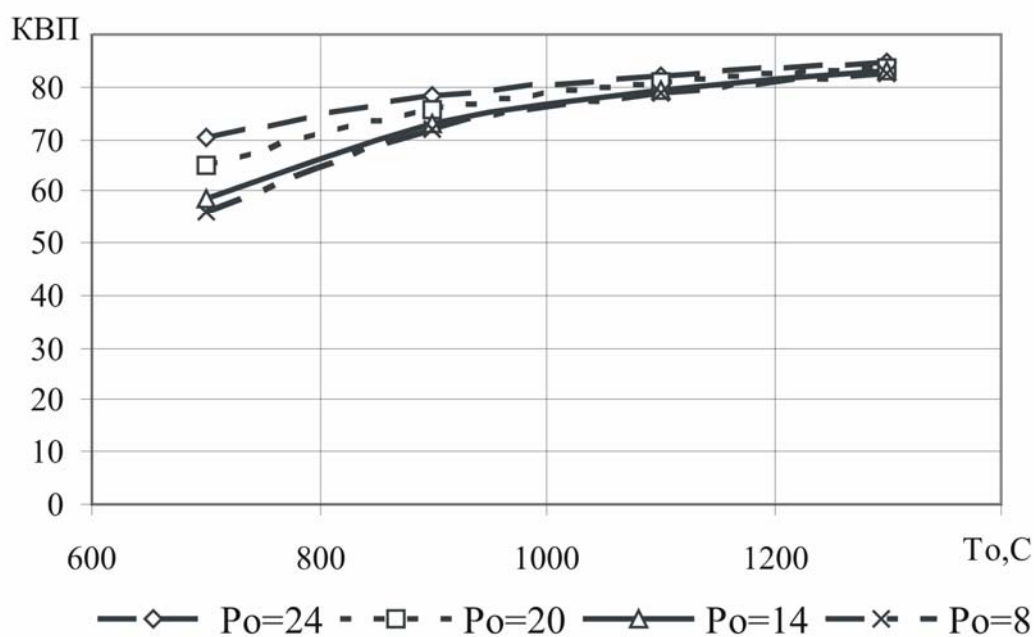


Рис. 2. Коефіцієнт використання палива в когенераційній ГТУ

Порівнюючи цей графік з графіком для ККД такої ж установки та при таких же умовах (рис. 3) можливо зробити деякі висновки.

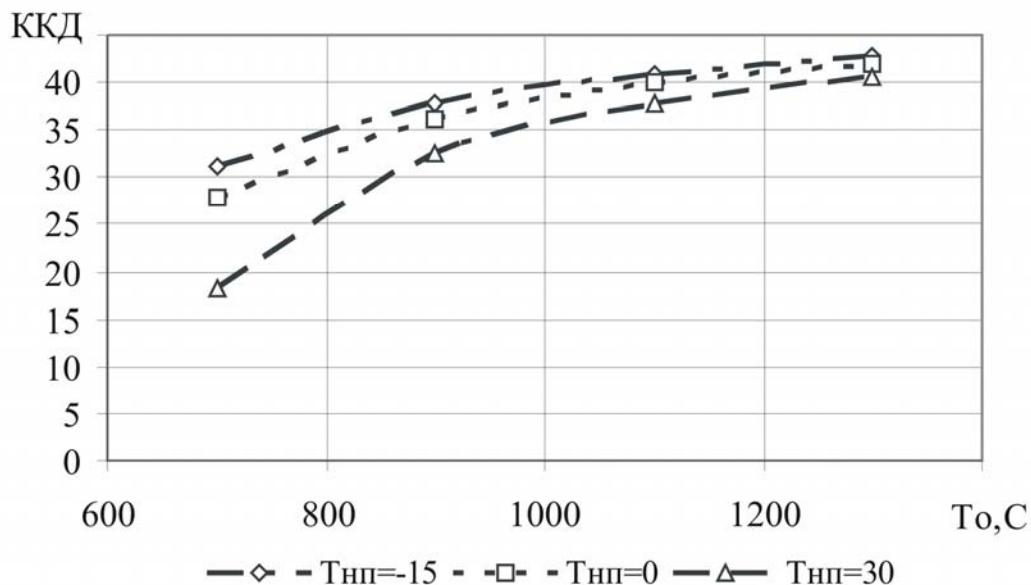


Рис. 3. Коефіцієнт корисної дії енергетичної ГТУ

При комбінованому виробництві тепла та електроенергії значно менше на показник КВП впливає початкова температура газу перед турбіною, від якої в найбільшій мірі залежить вартість турбіни та всієї енергоустановки. Це дає підстави для вибору більш дешевих газових турбін для когенераційним систем в порівнянні з чисто енергетичними ГТУ. При цьому вплив температури повітря на коефіцієнт використання палива – незначний.

Коефіцієнт корисної дії енергетичної ГТУ в значно більшому ступені залежить від температури повітря, що подається на вхід компресора, а також від температури газу перед турбіною. При чому, при високих температурах зовнішнього повітря її вплив на ККД є менш суттєвим.

Ще більш важливим є висновок, який можливо отримати за результатами аналізу залежності співвідношення виробництва електроенергії та тепла від основних факторів – температури газів перед турбіною та ступеню підвищення тиску за компресором (рис. 4).

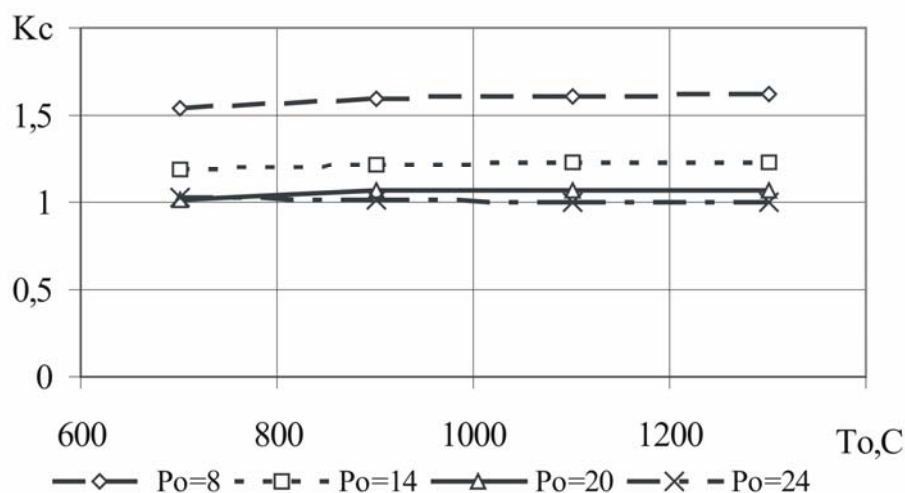


Рис. 4. Співвідношення виробництва електроенергії та тепла при різних значеннях температури та тиску газу перед турбіною

Як видно з отриманих результатів, вплив початкової температури газів перед турбіною на показник  $K_c$  зовсім незначний.

Проте, зміна ступеню підвищення тиску повітря за компресором, або тиску продуктів спалювання перед газовою турбіною дозволяють в досить широкому діапазоні (від 1,0 до 1,6) змінювати співвідношення виробництва електроенергії та тепла в когенераційній ГТУ. Це дає змогу найбільш повного використання енергії палива при різних графіках електричного та теплового споживання.

Наведені на рис. 4 результати отримані при температурі зовнішнього повітря  $0^{\circ} C$ , але аналіз подібних даних при інших умовах показує, що температура повітря не здійснює значного впливу на це співвідношення.

#### Література

1. Баласанян Г.А. Согласование графиков тепловой и электрической нагрузок для систем когенерации малой мощности / Баласанян Г.А., Мазуренко А.С. // Пром. теплотехника. – 2005. – № 3. – с. 71-76.
2. Джордж Тсатсаронис. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопреобразующей системы. – Одесса: ООО «Студия «Негоциант», 2002. – 152 с.

© Мазуренко А.С., Баласанян Г.А., Сичова О.А., 2006