

УДК 621.438

А.С. Мазуренко, д-р техн. наук, проф.,
А.Є. Шаповалова, спеціаліст,
Одес. нац. політехн. ун-т

ЕКОНОМІЧНІСТЬ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ГАЗОТУРБІННОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ЗМІНІ СПІВВІДНОШЕННЯ ВИРОБ- НИЦТВА ТЕПЛОТИ ТА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ ЗА РАХУНОК ДОПАЛЮВАННЯ ГАЗУ

А.С. Мазуренко, А.Є. Шаповалова. **Економічність когенераційної газотурбінної установки при зміні співвідношення виробництва теплоти та електроенергії за рахунок опалювання газу.** Виконаний аналіз економічності когенераційної газотурбінної установки при зміні співвідношення виробництва тепла і електроенергії. Запропоновано регулювати відношення утилізованого тепла до електричної потужності газотурбінної установки за рахунок допалювання газу в котлі-утилізаторі.

А.С. Мазуренко, А.Є. Шаповалова. **Экономичность когенерационной газотурбинной установки при изменении соотношения производства теплоты и электроэнергии за счет дожигания газа.** Выполнен анализ экономичности когенерационной газотурбинной установки при изменении соотношения производства тепла и электроэнергии. Предложено регулировать отношение утилизированного тепла к электрической мощности газотурбинной установки за счет дожигания газа в котле-утилизаторе.

A.S. Masurenko, A.E. Shapovalova. **Economy of cogeneration GT in changing the heat and power production ratio due to gas returning.** The analysis of economy of the cogeneration gas-turbine power unit is carried out in changing the heat and power production ratio power. It is offered to regulate the ratio of the utilized heat to electric power of GT by reburning the gas in the boiler-utilizer.

При експлуатації автономних когенераційних газотурбінних установок (ГТУ) важлива можливість повної утилізації тепла газів після турбіни, що забезпечує максимальну теплову ефективність. Для цього потрібно, щоб відпуск теплоти та електроенергії співпадали з графіком відповідних навантажень споживача. Але досвід показує, що добові графіки теплового і електричного навантаження не відповідають зазначеним потребам при використанні когенераційної установки на базі ГТУ [1].

На характерному прикладі розподілення теплового навантаження бачимо, що спостерігається дефіцит тепла, тому необхідно знайти способи вирішення даної проблеми (рис. 1).

Наприклад, для когенераційних паротурбінних установок (ПТУ) застосовуються режими з регульованими відборами, що дозволяють перерозподіляти витрати пари на частину високого (ЧВТ) і частину низького тиску (ЧНТ) турбіни, а значить міняти відбори при заданій електричній потужності установки. Але застосувати цей спосіб для ГТУ неможливо.

Широке застосування для змінних режимів знайшов спосіб “ковзаючих параметрів”, при якому змінюються параметри робочого тіла перед турбіною. Тому для регулювання співвідношення електричної та утилізованої теплової потужності когенераційної установки на базі ГТУ розглянемо використання зміни робочих параметрів газу (p, t) перед турбіною, по аналогії з “ковзаючими параметрами” ПТУ [2].

Результати розрахунків впливу температури і тиску газу перед турбінною на відпуск теплоти представлені на рис. 2.

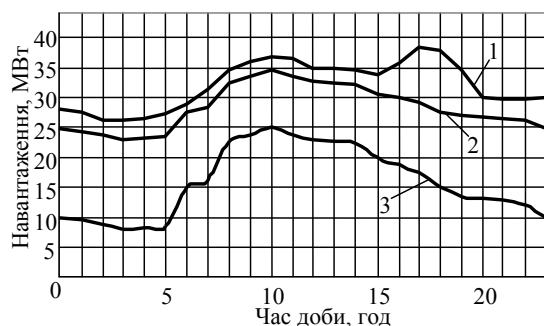


Рис. 1. Добові графіки електричного і теплового навантажень промислового підприємства (січень): 1 — теплове навантаження; 2 — утилізована теплова потужність; 3 — електричне навантаження

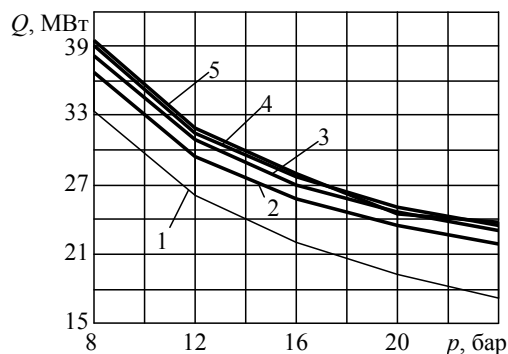


Рис. 2. Залежність відпуску тепла ГТУ від початкових параметрів газу перед турбіною при температурі газу перед турбіною 600 (1); 800 (2); 1000 (3); 1200 (4); 1400 °C (5)

Як видно з графіка, можливості такого регулювання для ГТУ досить обмежені.

Додаткове розширення діапазону співвідношення відпуску теплоти та електроенергії споживачам можливе за рахунок спалювання газу в середовищі кисню, який міститься у вихідних газах після ГТУ.

Для оцінки показників ГТУ в різних режимах необхідно знайти, яка кількість газу потрібна для спалювання одного кілограма повітря, та знайти кількість теплоти при допалюванні газу.

Теоретична витрата повітря для спалювання одиниці палива в залежності від складу газу визначається за формулою

$$V_{\text{по}}^0 = 0,0476 \left[0,5\text{CO} + 0,5\text{H}_2 + 1,5\text{H}_2\text{S} + \sum \left(m + \frac{n}{4} \right) \text{C}_m\text{H}_n \right],$$

а кількість палива, що можна спалити в одному кілограмі повітря, знайдемо за формулою

$$B = \frac{1}{V_{\text{по}}^0},$$

де $V_{\text{по}}^0$ — теоретична витрата повітря для спалювання одиниці палива.

Повітря містить 21 % кисню. Отже, знаючи вміст кисню в продуктах згорання $O_{\text{пр.зг.}}$, знайдемо кількість палива, яке може бути спалене в одному кілограмі вихідних газів, за формулою

$$B_{\text{доп}} = \frac{O_{\text{пр.зг.}} B}{21}.$$

Якщо, наприклад, вміст кисню складає 16 %, то в одному кілограмі продуктів згорання газу Шебелинка ($V_{\text{по}}^0 = 9,96 \text{ м}^3/\text{кг}$) можна спалити 0,11 кг газу.

З представлених результатів розрахунків бачимо, що чим вище температура газу перед турбіною, тим менше вміст кисню у вихідних газах (рис. 3.). Але його значення для ефективного процесу горіння не повинно бути менше 14 %, тому оптимальними є значення при температурі від 800 до 1000 °C при відповідному діапазоні тиску від 8 до 24 бар.

З урахуванням допалювання газу значення відпуску тепла ГТУ значно більше, ніж без допалювання (рис. 4). Щоб оцінити економічну ефективність запропонованого способу, проведемо розрахунок економічних показників ГТУ та порівняємо їх.

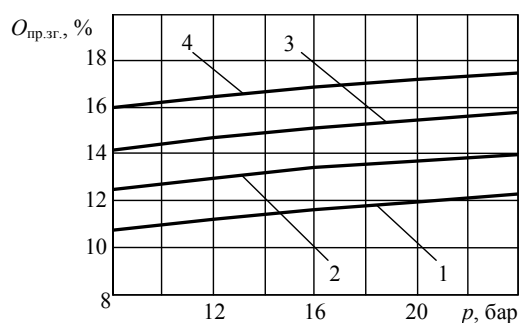


Рис. 3. Залежність вмісту кисню від початкових параметрів газу перед турбіною: 800 (1); 1000 (2); 1200 (3); 1400 °С (4)

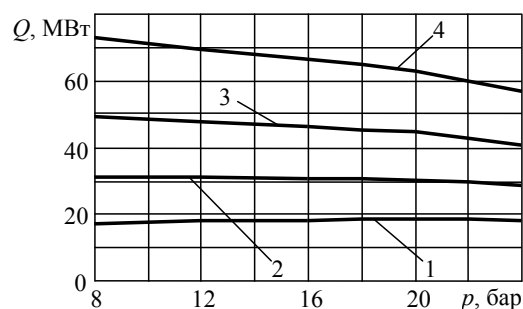


Рис. 4. Залежність відпуску тепла ГТУ від початкових параметрів газу перед турбіною з урахування допалювання газу: 1, 2, 3, 4 — значення температури газу перед турбіною 800, 1000, 1200 та 1400 °С, відповідно

Розрахунок проведемо в трьох режимах для газу родовища Шебелинка.

З кожним роком вартість палива зростає, тому в розрахунках приймалася різна ціна на паливо: 750, 1010 та 1263 грн. Виходячи з цього, собівартість електроенергії в режимі роботи ГТУ без утилізації тепла (тепло не відпускається) становить 27, 33, 38 к./КВт год для кожної ціни відповідно, в режимі відпуску тепла з повною утилізацією і без допалювання — 16, 23, 28 к./КВт год і в режимі відпуску тепла з утилізацією і допалюванням газу — 25, 30, 35 к./КВт год.

Таким чином, розглянувши проблему узгодження графіків електричного і теплового навантажень когенераційної ГТУ з відповідними навантаженнями споживача, запропоновано регулювати відношення утилізованого тепла до електричної потужності ГТУ зміною параметрів газу перед турбіною, а також за рахунок допалювання газу. Також виконано оцінку економічних показників ГТУ в різних режимах, з якої видно, що в режимі відпуску тепла при повній утилізації собівартість найбільш низька, але з допалюванням газу також собівартість нижча, ніж без утилізації.

Література

1. Баласанян, Г.А. Согласование графиков тепловой и электрической нагрузок для систем когенерации малой мощности. / Г.А. Баласанян, А.С. Мазуренко // Пром. теплотехника. — 2004. — № 6. — С. 71 — 76.
2. Трухний, А.Д. Стационарные паровые турбины. / А.Д. Трухний, Лосев С.М.— М.: Энергоиздат, 1981. — 454 с.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Нікульшин В.Р.

Надійшла до редакції 11 квітня 2008 р.