

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ КОГЕНЕРАЦІЇ ЗА УМОВ СПАЛЮВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Вказано на актуальність генерації електроенергії на теплоелектроцентралях з протитисковими турбінами. Визначені мінімальні потужності турбіни P-4-35/5M за яких доцільно виробляти електричну енергію для певних співвідношень цін на газ та електричну енергію.

Ключові слова: теплоелектроцентрально, електричне навантаження, когенерація, протитискова турбіна

Abstract

The relevance of electricity generation at thermal power plants with back-pressure turbines is indicated. The minimum capacities of the P-4-35/5M turbine for which it is expedient to produce electrical energy at certain price ratios for gas and electrical energy have been determined.

Keywords: thermal power plant, electric load, cogeneration, back pressure turbine.

Вступ. Постановка задачі

За результатами 2021 року енергетичним сектором України вироблено 156,6 млн. МВт-год електричної енергії. Об'єкти теплової енергетики, а саме теплові електричні станції та теплоелектроцентралі (ТЕЦ), забезпечили 29,3% всієї виробленої електроенергії [1].

На даний момент ситуація в електроенергетиці України, а особливо теплової генерації, суттєво ускладнилась і задачі децентралізованого вироблення електроенергії виходять на одне з перших місць. Однією з високоефективних енерготехнологій, яка закладена в енергетичну стратегію України [2], є когенерація на базі протитискових парових турбін промислової та муніципальної теплоенергетики. За умови спалювання природного газу таке обладнання має високі коефіцієнти використання теплоти палива та відносно невеликі шкідливі викиди [3-7].

Енергетична криза у світі призвела до значного зростання ціни природного газу, що суттєво погіршило економічні показники для всіх енерготехнологій, в яких використовується це паливо.

Для визначення енергоекономічної ефективності теплоелектроцентралей на природному газі необхідно виконати розрахунки теплової схеми, оцінити ефективність роботи окремих елементів обладнання, врахувати особливості режиму роботи, величину власних потреб ТЕЦ в електроенергії.

Зважаючи на викладене вище, мета роботи – виконати оцінку економічно ефективних режимів вироблення електроенергії ТЕЦ на природному газі в залежності від співвідношення цін на спожитий газ та на вироблену електричну енергію.

Результати досліджень

Під час проведення досліджень розглянуто ТЕЦ з енергетичними паровими котлами та протитисковою паровою турбіною P-4-35/5M. Технічні характеристики турбіни [8]: номінальна потужність 4 МВт, максимальна потужність 4,3 МВт, абсолютний тиск пари перед турбіною 3,43 МПа, температура пари перед турбіною 435 °С, абсолютний тиск пари за турбіною 0,49 МПа. Для розрахунків прийнято, що турбіна може працювати на електричних навантаженнях від 0,3 до 3,3 МВт. Її внутрішній відносний ККД змінюється в межах 0,3...0,58, а електромеханічний ККД – 0,80...0,91. Теплове навантаження теплоелектроцентралі в розрахунках прийнято 20 Гкал/год.

Оскільки ціни і на електроенергію і на природний газ постійно змінюються, прийнято рішення представити результати розрахунків залежно від співвідношення цін ($C_{\text{газ}} / C_{\text{еє}}$).

Результати оцінки економічно ефективного вироблення електроенергії від ТЕЦ на природному газі показана на рис. 1. На рис. 1 показані мінімальні електричні навантаження за яких економічний ефект від вироблення електричної енергії більший, ніж вартість перевитраченого палива в порівнянні з роботою ТЕЦ лише на теплового споживача.

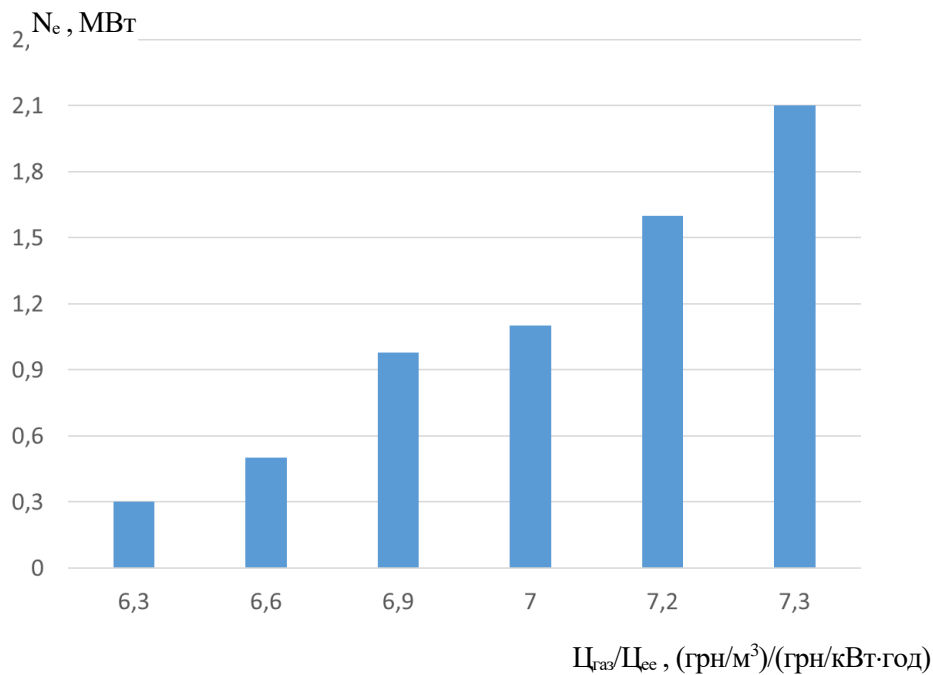


Рисунок 1 – Мінімальні економічно доцільні електричні навантаження ТЕЦ в залежності від співвідношення цін на природний газ та електричну енергію

Як видно з рисунка, за умов співвідношення ціни на газ і електроенергію менше 6,3 економічно доцільним є вироблення електроенергії з будь-яким навантаженням. В разі зростання співвідношення цін на газ та електроенергію більше 7,3 економічно доцільною є робота ТЕЦ з навантаженням понад 2,1 МВт.

Попередній аналіз показує, що для прийняття остаточного рішення про доцільність вироблення і відпуску товарної електричної енергії мають бути враховані експлуатаційні витрати під час роботи ТЕЦ на виробництво електроенергії та особливості функціонування ринку електроенергії.

З іншого боку, децентралізоване вироблення електроенергії на промислових та муніципальних ТЕЦ має позитивний вплив на стійкість енергосистеми України і дозволяє використовувати маневрені потужності в періоди пікових навантажень.

Висновки

Однією з енергоефективних технологій для генерації електроенергії є її виробництво на теплоелектроцентралях з протитисковими турбінами. Економічна ефективність роботи ТЕЦ, суттєво погіршилась в зв'язку із значним зростанням цін на природний газ і порівняно малим зростанням цін на електричну енергію.

Для ТЕЦ з турбіною P-4-35-5M розрахунками зіставлено ефект від вироблення електроенергії та відповідні перевитрати природного газу на ТЕЦ в порівнянні з роботою тільки на теплового споживача. Виявлено, що за умов співвідношення цін на природний газ та електроенергію менше 6,3, вироблення електроенергії є економічно доцільним для будь-якого електричного навантаження в діапазоні 0,3...3,3 МВт. А для співвідношення цін газу та електроенергії 7,3 – економічно ефективною є робота із електричними навантаженнями понад 2,1 МВт.

В реальних умовах роботи економічна ефективність вироблення електроенергії на ТЕЦ може бути дещо нижче. В той же час, в зв'язку із складною ситуацією на енергетичному фронті децентралізована когенерація, на нашу думку, має бути використана для підвищення стійкості енергосистеми та можливості покриття пікових навантажень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енерговсесвіт. Електроенергетика. URL: <https://vse.energy/news/pek-news/electro/1935-power-generation-202112>
2. Енергетична стратегія України до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>
3. Маляренко В.А., Шубенко О.Л., Андреев С.Ю. та ін. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 454 с.
4. Боднарчук В. В. Управління питомими витратами умовного палива – основна складова розвитку ТЕЦ в умовах сучасної економіки. Інвестиції: практика та досвід. 2009. № 7. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/7_2009/14.pdf
5. Чепурний М. М., Резидент Н.В. Оцінка ефективності енергопостачання від промислових теплоцентралей. Наукові праці Вінницького національного технічного університету. 2012. № 4. URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4728/338.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
6. Українська енергетика. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/taryfy-na-teplo-v-ukraini-iak-zmenshyty-rakhunok-za-opalennia>.
7. Варламов Г. Б. , Любчик Г.М., Маляренко В.А. Теплоенергетика та екологія. Харків : САГА, 2008. 234 с.
8. Юренев В. Н., Лебедев П. Д. Теплотехнический справочник. Москва : Энергия, 1975. 744 с.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Резидент Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, rezidentnv1@ukr.net

Stepanov Дмитро, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Rezydent Natalia, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, rezidentnv1@ukr.net