

УДК 621.182.3

С.В. ДУБОВСЬКИЙ, канд. техн. наук (Інститут загальної енергетики НАН України, Київ)

ОБ'ЄКТИВНІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ТА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ЗА ЗАГАЛЬНИМИ ДАНИМИ СТАТИСТИЧНОГО ОБЛІКУ

На підставі двох незалежних підходів доведено, що об'єктивний розподіл витрат енергії між продуктами комбінованого виробництва електричної та теплової енергії визначається законом збереження і перетворення механічної енергії. Наведено універсальні формули для оцінки витрат палива на відпуск електричної та теплової енергії установками їх комбінованого виробництва довільного типу за даними зовнішнього (комерційного) обліку.

Основним показником ефективності роботи енергетичних установок на органічному паливі є питома витрата умовного палива на відпуск корисної енергії. Для електричних станцій конденсаційного типу цей показник може бути визначений безпосередньо за даними комерційного (статистичного) обліку роботи електростанції, а саме: даних щодо відпуску електричної енергії $E_{\text{відп}}$ за звітний період і витрат енергії палива $B_{\text{кес}}$ за відповідний період:

$$b_e = \frac{B_{\text{кес}}}{E_{\text{відп}}} \quad [\text{г/кВт}\cdot\text{год}].$$

Аналогічним чином розраховуються і показники роботи котельних установок:

$$b_{\text{те}} = \frac{B_{\text{кот}}}{Q_{\text{відп}}} \quad [\text{кг/Гкал}].$$

Визначити аналогічні показники роботи електростанцій з відпуску електричної та теплової енергії за їх комбінованого виробництва складніше, оскільки роздільний облік витрат енергії палива на виробництво кожного з видів корисної енергії в умовах комбінованого виробництва є фізично нездійсненним. Тому для визначення цих показників за наведеними вище формулами використовуються спеціальні методи розрахункового розподілу витрат палива між видами корисної продукції, закріплені у відповідних стандартах електроенергетичної галузі.

На жаль, існуючі стандартні методи розрахункового розподілу витрат палива між електричною та тепловою енергією [1] не дозволяють однозначно визначити показники ефективності конкретної електростанції без використання параметрів внутрішнього (технічного) обліку її роботи, знання яких, як правило, є недосяжним для пересічного споживача. Фізичний сенс усіх чинних методик розподілу є не досить прозорим навіть для фахівців. Пояснюється це не стільки складністю фізичних процесів, що відбуваються на електричній станції, скільки прямим впливом розрахунко-

вих значень питомих витрат палива на економічний стан підприємств комбінованого виробництва, що спричиняється чинною методологією призначення тарифів на відпуск електричної та теплової енергії, виходячи з фактичної собівартості їх виробництва з урахуванням нормованого рівня його рентабельності. У зв'язку з цим, розробки галузевих методик розподілу витрат палива між видами продукції здійснюються фактично на підставі аналізу сукупних економічних наслідків від їх впровадження для електричних станцій. При цьому роль фізики зводиться до розробки правдоподібних аргументів і розрахункових формул, що дозволяють одержувати економічно обумовлені значення питомих витрат [2].

У зв'язку з цим, численні дискусії з питань розподілу витрат на електростанціях комбінованого виробництва завжди закінчувалися на користь пропозицій, що найбільше відповідали поточним економічним інтересам галузі [3, 4].

Зрозуміло, що принцип визначення питомих витрат "від економіки" може відображати дійсну ефективність процесів перетворення лише випадково. Це значно ускладнює об'єктивне порівняння технологій комбінованого виробництва як між собою, так і з іншими технологіями генерації електричної та теплової енергії, що є необхідним при рішенні задач прогнозування розвитку паливно-енергетичного комплексу. Крім того, непрозорість визначення показників ефективності негативно впливає і на поточну практику використання когенераційних технологій, призводячи до численних господарських спорів між виробниками і споживачами корисної енергії.

В останні роки з'явилися роботи, спрямовані на створення фізично об'єктивних і, разом із тим, спрощених методів розрахунку витрат на відпуск електричної та теплової енергії при їх комбінованому виробництві. Зокрема, в роботі [5] запропоновано відносно прості формули для розрахунку собівартості електричної та теплової енергії з використанням загально досяжної інформації про

роботу електростанцій комбінованого виробництва. В основу цієї роботи покладено припущення щодо однаковості питомої витрати палива на відпуск електричної енергії від електричної станції при її роботі в теплофікаційному і конденсаційному режимах, правомірність якого викликає певні сумніви.

Вільними від цього недоліку є результати роботи [6], де залежності для розподілу витрат одержано безпосередньо з загального термодинамічного розгляду у вигляді:

$$C_e = C_o \cdot \frac{E_{відп}}{E_{відп} + \omega \cdot Q_{відп}} \quad (1)$$

$$C_T = C_o \cdot \frac{\omega \cdot Q_{відп}}{E_{відп} + \omega \cdot Q_{відп}}, \quad (2)$$

де C_o – сумарні технологічні витрати електростанції; C_e – частина сумарних витрат на відпуск електричної енергії; C_T – частина сумарних витрат на відпуск теплоти; $E_{відп}$, $Q_{відп}$ – відпуски електричної та теплової енергії електричною станцією при їх комбінованому виробництві, підраховані в однакових енергетичних одиницях; ω – коефіцієнт цінності тепла (КТЦ), що залежить від термодинамічних параметрів роботи енергетичної установки електростанції та обчислюється за формулою:

$$\omega = 1 - T_a \cdot \frac{i - i_a}{s_o - s_a} \quad (3)$$

де T_a – температура довкілля; i – ентальпія робочого тіла, що відпускається на потреби теплопостачання; i_a – ентальпія робочого тіла за станом довкілля; s_o – ентропія робочого тіла перед теплоенергетичною установкою; s_a – ентропія робочого тіла за станом довкілля.

Статистична обробка доступних даних щодо параметрів робочих процесів існуючих типів стаціонарних парових турбін ТЕС СНД дозволяє одержати емпіричні залежності КТЦ від початкового тиску пари та його тиску у відборі на потреби теплофікації у вигляді:

$$\omega = \omega_o - A \cdot \ln \frac{p}{p_o} \quad (4)$$

де ω_o – КТЦ пари перед турбіною; p – тиск пари в точці відбору; p_o – тиск пари перед турбіною; A – емпірична константа.

Для парових турбін без проміжного перегріву пари та для відборів турбін з проміжним перегрівом пари із тиском, більшим за тиск проміжного перегріву, значення емпіричної константи $A = 0,0365$, для відборів турбін з тиском, меншим

за тиск проміжного перегріву, – $A = 0,0405$. Максимальна похибка апроксимації даних за залежністю (4) не перевищує 2%.

Порівняльні розрахунки для парових турбін різних типів та ступенів тиску дають майже однакові значення КТЦ для практично важливих діапазонів тисків відпуску пари на потреби теплофікації. Зокрема, для теплофікаційних відборів ($0,06 \text{ МПа} \leq p \leq 2,5 \text{ МПа}$) може бути прийняте постійне значення $\omega = 0,3 \pm 0,02$, для зони тисків виробничих відборів ($0,8 \text{ МПа} \leq p \leq 1,6 \text{ МПа}$) характерне значення КТЦ становить $0,4 \pm 0,02$, для пари конденсаційних установок, що може використовуватись, зокрема, для нагріву сирової води підживлення теплових мереж (нормальний і погіршений вакуум) – $0,25 \pm 0,02$.

Для турбоустановок, що відпускають теплоту різних потенціалів, у формулах (1)-(2) має прийматися середньозважене значення КТЦ за фактичними відпусками тепла з відборів турбіни. Крім того, при розрахунках показників електричної станції в цілому необхідно враховувати і такі можливі джерела теплоти, як редуційні установки, теплові утилізатори котельної та турбінної установок тощо.

Це вносить певну непрозорість у розрахунок показників електростанцій внаслідок недосяжності інформації щодо розподілу джерел тепла за ступенями тиску пари для зовнішніх споживачів.

Основна мета роботи полягає в розробці методики визначення пересічного КТЦ установки комбінованого виробництва на підставі загальної статистичної інформації про її роботу із виключенням необхідності розрахунку КТЦ кожного з джерел теплоти та їх усереднення.

Теоретичне обґрунтування можливості об'єктивного поділу витрат енергії, що перетворюється на електричну із виділенням корисної теплоти, розглядається нижче на основі двох незалежних підходів. Один із них базується на аналізі уявного експерименту з прямого визначення витрат на одержання корисної теплоти, а інший – на теоретичному обґрунтуванні припущення про те, що такий поділ однозначно визначається універсальним законом збереження та перетворення механічної енергії. Термін "механічна" вживається надалі в розширеному сенсі і може означати будь-який вид енергії, що принципово необмежено перетворюється на механічну енергію і навпаки.

Відомо, що фактичні значення фізичних величин, прямі вимірювання яких є неможливими або ускладненими, можуть бути з достатньою точніс-

то визначені методами дотичних (непрямих) вимірювань. Проведення непрямих вимірювань є досить поширеним у технічній фізиці. У загальному випадку непрямі вимірювання однієї фізичної величини здійснюються на підставі прямих вимірювань іншої фізичної величини, що функціонально зв'язана з нею. За наявності однозначного функціонального зв'язку між величиною, що припускає пряме вимірювання, і величиною, що визначається, похибка дотичних вимірювань може бути такою самою, як і в разі прямих вимірювань величини, що визначається. Зокрема, контроль теплових потоків у практиці теплофізичних експериментів здійснюється, як правило, електричними нагрівачами, потужність яких визначається на основі електричних вимірювань. При цьому теплова потужність ототожнюється з електричною на підставі точного закону Джоуля-Ленца.

Для енергетичної установки комбінованого виробництва об'єктивний зв'язок між енергією палива, що витрачається на виробництво одного з видів продукції, та фактичною кількістю продукції цього виду, як і у випадку згаданих теплотехнічних вимірювань, також повинен визначатися точним загальним законом. Нижче показано, що цим законом є закон збереження і перетворення механічної енергії. Разом із тим, для застосування дотичних вимірювань необхідно довести можливість прямого вимірювання витрат енергії на одержання кожного з продуктів комбінованого виробництва, наприклад, методом уявного експерименту.

Розглянемо процес перетворення енергії певного виду на механічну енергію із неперервним відведенням теплоти процесу в довкілля. Припустимо, що процес відбувається як без внутрішнього тертя, так і без зовнішніх енергетичних втрат, пов'язаних із відведенням теплоти процесу. При цьому температура відведення теплоти дорівнює температурі довкілля T_0 .

Цьому випадку відповідає рівняння збереження енергії:

$$U_0 = E + A, \quad (5)$$

де U_0 – кількість енергії, що перетворюється; E – кількість корисної механічної (електричної) енергії, що одержується внаслідок перетворення; A – теплота процесу перетворення, що відводиться від установки за температурою довкілля.

Рівняння (5) може бути записаним також у вигляді:

$$U_0 = \frac{E}{\eta_0}, \quad (6)$$

де η_0 – теоретичний ККД перетворення.

Відзначимо, що теплота, яка відводиться за температурою довкілля, не має будь-якої практичної цінності, оскільки її потенційний споживач може одержати відповідну кількість теплоти безпосередньо з довкілля безкоштовно.

Тепер розглянемо реальний процес, який перетворює той самий вид енергії, що й ідеальний, з одержанням тієї ж кількості корисної механічної енергії E , причому теплота перетворення відводиться від установки за температури $T > T_0$.

Відповідні рівняння збереження енергії для реальної установки можуть бути записаними у вигляді:

$$U = E + Q; \quad (7)$$

$$U = \frac{E}{\eta}. \quad (8)$$

Оскільки теплота процесу перетворення (Q) відводиться цього разу за температури, вищої за температуру довкілля, вона має певну споживчу цінність і може бути використаною зовнішнім споживачем теплоти. Відзначимо, що витрати енергії на проведення реального процесу із тим самим корисним механічним виходом, завжди більші, ніж в ідеальному процесі. Водночас єдина різниця між цими процесами полягає тільки в тому, що теплота реального процесу набуває споживчої цінності.

Отже, різниця між витратами у цих процесах може трактуватися як плата за одержання теплоти споживчої якості або, що є тим самим, як витрата енергії на одержання корисної теплоти процесу:

$$U_T = U - U_0 = \frac{E}{\eta} - \frac{E}{\eta_0} = E \cdot \frac{\eta_0 - \eta}{\eta_0 \cdot \eta}. \quad (9)$$

З іншого боку, додаткова витрата енергії, що перетворюється, дорівнює додатковому виділенню теплоти, що виникає в реальному процесі порівняно з ідеальним:

$$\Delta Q = U - U_0 = (E + Q) - (E + A) = Q - A. \quad (10)$$

Витрата енергії, що перетворюється, на виробництво механічної енергії в реальному процесі являє собою різницю між фактичною витратою енергії та її витратою на одержання теплоти:

$$U_E = U - U_T = E + A = U_0. \quad (11)$$

Порівнюючи це з (5), можна побачити, що витрата на одержання механічної енергії в реальному процесі залишається такою самою, як і в ідеальному.

При цьому питома витрата енергії, що перетворюється, на виробництво механічної енергії становитиме:

$$u_e = \frac{E}{U_E} = \frac{1}{\eta_o} \quad (12)$$

Кількість теплоти, потенційно досяжної для зовнішнього споживання, становитиме:

$$Q = U - E = E \cdot \frac{1-\eta}{\eta} \quad (13)$$

Питома витрата перетворюваної енергії на відпуск теплоти при цьому становить:

$$u_T = \frac{Q}{U_T} = \frac{1}{\eta_o} \cdot \frac{\eta_o - \eta}{1-\eta} = u_e \cdot \omega \quad (14)$$

де $\omega = \frac{\eta_o - \eta}{1-\eta}$ (15) – коефіцієнт цінності

теплоти (КТЦ).

Якщо енергія, що перетворюється, є безентропійною, тобто являє собою механічну, електричну або хімічну енергію тощо, теоретичний ККД її перетворення η_o дорівнює одиниці. В цьому разі, як видно з (10), коефіцієнт цінності теплоти також дорівнює одиниці, а питоми витрати енергії на виробництво корисних енергії та теплоти є однаковими. При цьому витрати енергії, що перетворюється, на виробіток механічної енергії та теплоти дорівнюють їх кількостям:

$$U_e = E \quad (16)$$

$$U_T = Q \quad (17)$$

Тобто, в разі перетворення механічної енергії має місце еквівалентний перехід енергії, що перетворюється, на енергію продуктів перетворення згідно з законом збереження і перетворення механічної енергії.

Якщо перетворювана енергія є тепловою, то теоретичний ККД її перетворення, згідно з теоремою Карно, завжди нижчий за одиницю. Пояснюється це тим, що перетворення теплоти з обмеженою температурою на механічну енергію завжди супроводжується компенсаційним відведенням певної її частини в довкілля.

Мінімальна кількість теплоти, що відводиться в довкілля, відповідає випадку ідеального перетворення і має назву анергії. Різниця між кількістю теплоти та її анергією являє собою частину теплоти, що може повністю перетворюватися на механічну енергію. Ця частина йменується терміном "максимально можлива технічна робота" (ММР). Можна припустити, що ММР є ні чим

іншим, як потенційною механічною енергією даної кількості теплоти, оскільки за відсутності внутрішнього тертя і зовнішніх термічних втрат вона повністю перетворюється на механічну енергію. Виходячи з цього слід очікувати, що розподіл максимально можливої технічної роботи між механічною енергією, що отримується в дійсному процесі перетворення, та тепловою, що виділяється у цьому процесі понад анергію, має відбуватися згідно з законом збереження і перетворення механічної енергії.

Справедливість цього твердження доводиться нижче.

Припустимо, що значення максимально можливої роботи теплоти, що перетворюється в реальному та ідеальному процесах становлять відповідно W , W_o .

Оскільки параметри теплоти, що перетворюється в реальному та ідеальному процесах, однакові, відповідні значення ММР знаходяться між собою у співвідношенні:

$$\frac{W}{W_o} = \frac{U}{U_o} \quad (18)$$

Значення ММР обох процесів підлягають поділу на дві складові, що належать до виробництва механічної енергії та теплоти і підлягають визначенню:

$$W = W_e + W_T \text{ (реальний процес)} \quad (19)$$

$$W_o = W_{oe} + W_{oT} \text{ (ідеальний процес)} \quad (20)$$

Згідно із законом збереження та перетворення механічної енергії частка ММР, що перетворюється на механічну енергію, має дорівнювати механічній енергії, що одержується. Для ідеального процесу, що не має корисного теплового виходу, ця умова виражається у вигляді співвідношень:

$$W_{oe} \xrightarrow{-} E \quad (21)$$

$$W_{oT} = W_o - E \quad (22)$$

З урахуванням (5) можна одержати:

$$W_{oT} = 0 \quad (23)$$

$$W_{oe} = W_o = E \quad (24)$$

Для реального процесу аналогічні співвідношення мають вигляд:

$$W_{oe} \xrightarrow{-} E \quad (25)$$

$$W_T \xrightarrow{-} W - W_e = W - E \quad (26)$$

Перехід від витрат ММР до відповідних витрат теплоти здійснюється за правилом прямої пропорції:

$$U_e = U \cdot \frac{W_e}{W} \quad (27)$$

$$U_T = U \cdot \frac{W_T}{W} \quad (28)$$

Враховуючи тут співвідношення (5), (18) та (24), неважко одержати:

$$U_e = U_o \cdot \frac{E}{W_o} = \frac{E}{\eta_o} \quad (29)$$

$$U_T = U_o \cdot \frac{W - E}{W_o} = U - U_o \quad (30)$$

Оскільки цей результат збігається з результатами, отриманими вище на підставі уявного експерименту, твердження щодо еквівалентного переходу ММР у механічну енергію процесів можна вважати доведеним. Доведеним можна вважати і твердження про те, що розподіл витрат енергії між продуктами процесів комбінованого виробництва механічної (електричної) та теплової енергії, підпорядкований закону збереження і перетворення механічної енергії при перетворенні як механічної енергії, так і теплоти.

Перехід від формул для розподілу витрат енергії у процесі перетворення енергії з одержанням механічної енергії та теплоти до відповідних формул щодо розподілу загальних технологічних витрат на відпуск електричної та теплової енергії від реальної установки комбінованого виробництва з урахуванням витрат енергії та її витрат на власні потреби установки, може бути виконаний за підходом роботи [5].

Кінцеві формули для розподілу технологічних витрат набувають того самого формального вигляду, що і формули (1) та (2), однак усереднений коефіцієнт цінності теплоти визначається при цьому не як результат усереднення коефіцієнтів для різних джерел одержання теплоти, що розраховуються за формулою (3), а безпосередньо за формулою (15).

Якщо використовувати звичні для електроенергетики розмірності енергетичних потоків, формули для розрахунку часток витрат на відпуск електричної та теплової енергії від установки (електростанції) комбінованого виробництва набудуть вигляду:

$$C_e = C_o \cdot \frac{E_{відп}}{E_{відп} + 1,163 \cdot \omega \cdot Q_{відп}} \quad (31)$$

$$C_T = C_o \cdot \frac{1,163 \cdot \omega \cdot Q_{відп}}{E_{відп} + 1,163 \cdot \omega \cdot Q_{відп}}, \quad (32)$$

де $E_{відп}$ – відпуск електричної енергії, тис.кВт·год;
 $Q_{відп}$ – відпуск теплової енергії, Гкал.

Коефіцієнт цінності тепла у (31)-(32) розраховується за формулою:

$$\omega = \frac{\omega_o - \eta_e}{1 - \eta_e}, \quad (33)$$

де $\eta_e = \frac{0,86 \cdot E_{відп}}{7 \cdot B}$ (34) – фактичний електричний

ККД нетто установки (електростанції); B – фактичні витрати палива на енергетичну установку, т у.п.; ω_o – теоретичний ККД, що розраховується за формулою (3) відповідно до початкових параметрів робочого тіла перед процесом перетворення.

Слід зазначити, що наведені формули є справедливими для установок комбінованого виробництва довільного типу – паротурбінних, газотурбінних, парогазових, на базі ДВЗ тощо, відносно яких відомі початкові параметри робочого тіла.

Поняття сумарних технологічних витрат, що позначається у формулах (31)-(32) як C_o , вживається в розширеному сенсі, тобто може означати будь-які показники роботи електростанції, які необхідно розділити між видами її продукції.

Зокрема, під C_o можна розуміти фактичні сумарні прямі та дотичні витрати на технологічні процеси або окремі статті таких витрат, у тому числі, витрати на основне та допоміжне паливо як у грошовому, так і в енергетичному вираженні. В останньому випадку формули (31)-(32) визначають поділ витрат палива між продуктами установки і можуть використовуватися для обрахунку питомих витрат палива на відпуск електричної та теплової енергії. Суттєво, що при цьому треба взяти до уваги також і додаткові витрати палива пікових водогрійних котельних (ПВК), що можуть входити до складу електростанції, які слід додати до витрат палива на відпуск тепла, що визначаються за формулою (32).

Для ілюстрації одержаних результатів нижче наведено приклади розрахунків паротурбінних теплофікаційних установок за фактичними даними, що характеризують їх роботу. Характерні значення теоретичного ККД, розраховані за типовими початковими параметрами пари існуючого парку парових турбін ТЕС і ТЕЦ при базовому значенні температури довкілля $t_a = 0^\circ\text{C}$ ($T_a = 273,15\text{ K}$) представлено в таблиці 1.

Приклад розрахунку показників теплової економічності деяких паротурбінних установок ТЕС

Таблиця 1. Характерні значення теоретичного ККД ω_0 для типових парових турбін ТЕС ($t_a = 0^\circ\text{C}$)

Тиск пари, ата (ата)	Температура пари, °С	Температура проміжного перегріву, °С	Теоретичний ККД
13	250	-	0,367
20	400	-	0,399
35	435	-	0,424
90	535	-	0,467
130	565	-	0,481
130	565	565	0,499
240	540	540	0,507

і ТЕЦ за формулами (21)-(25) на підставі фактичних значень витрати палива, відпуску електричної та теплової енергії за календарний місяць опалювального сезону представлено в табл. 2.

Сезонну залежність показників ефективності ТЕЦ із турбоустановками типів ПТ-50-90, Т-100-130 і Т-250-240 з відпуску електричної енергії, розраховану за фактичними показниками їх роботи за місяці одного з останніх років порівняно з аналогічними показниками роботи конденсаційних ТЕС енергетичної системи у цьому ж році, наведено на рис. 4.

На рис. 5 наведено дані щодо сезонної залежності питомої витрати палива на відпуск теплової енергії турбоустановками типу Т-250-240 і турбоустановками типу Т-100-130 з урахуванням

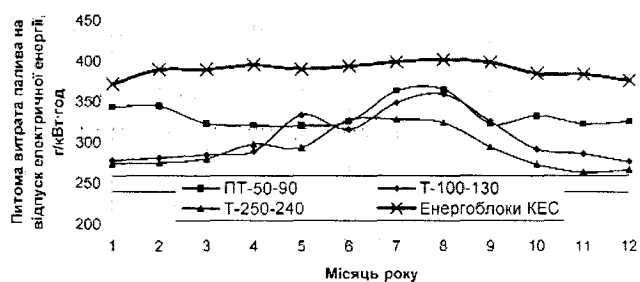


Рис. 4. Питомі витрати палива на відпуск електроенергії теплофікаційними турбоустановками ТЕЦ у зіставленні з показниками ефективності конденсаційних ТЕС енергосистеми

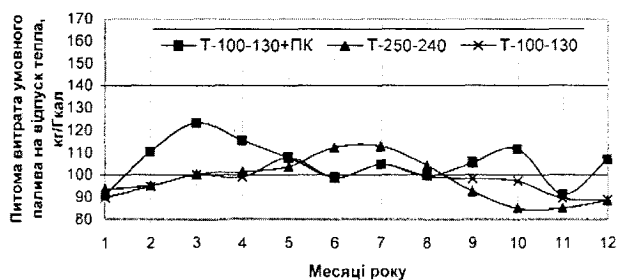


Рис. 5. Сезонна залежність питомих витрат палива на відпуск тепла паротурбінними турбоустановками ТЕЦ (ПК – пікова котельня)

Таблиця 2. Розрахунок показників теплової економічності за фактичними даними роботи ТЕС у календарному місяці опалювального сезону

Показники	Тип турбоустановки						
	ПТ-12-35	ПТ-50-90	ПТ-50-130	Т-100-130	Т-250-240	К-150-130*	К-300-240*
Відпуск електроенергії, МВт·год	8784	58224	132354	100073	131346	188057	452240
Відпуск тепла від ТЕЦ, Гкал	162675	224420	442260	247378	187826	91770	15300
У тому числі ПВК, Гкал	96548	21769	60147	64838	0	0	0
Витрата умовного палива енергетичними котлами, т у.п.	12795	46537	91049	45474	54098	86569	177135
Витрата палива ПВК, т у.п.	15050	3373	9239	9999	0	0	0
Електричний ККД	0,084	0,154	0,179	0,270	0,298	0,267	0,314
Коефіцієнт термодинамічної цінності (КТЦ)	0,371	0,370	0,368	0,289	0,297	0,317	0,282
Питома витрата умовного палива на відпуск електроенергії, г/кВт	342,9	319,9	307,6	281,8	275,6	390,2	387,4
Питома витрата умовного палива на відпуск теплової енергії, кг/Гкал	152,7	139,4	134,7	110,2	95,3	143,7	126,9

* – пилувугільний енергоблок КЕС з теплофікаційним відпуском тепла понад потреби регенерації.

витрат на піковій водогрійній котельні (Т-100-130+ПК) та без них.

Як видно з рис. 4, питомі витрати палива на відпуск електричної енергії від типових ТЕЦ, включаючи морально застарілі ТЕЦ на тиск 90 ата, є нижчими за відповідні середні показники конденсаційних ТЕЦ енергосистеми навіть у літні місяці, що характеризуються мінімальними тепловими навантаженнями. В зимові місяці показники ТЕЦ на тиски 130 ата та вище є значно кращими, ніж у КЕС того самого рівня початкових тисків.

Фактичні рівні питомої витрати палива на відпуск теплоти від ТЕЦ протягом опалювального сезону коливаються в межах 90-120 кг/Гкал. Цей рівень ефективності приблизно відповідає необхідному рівневі конкурентоспроможності із локальними газовими котельними, які слід розглядати на разі як основні конкуренти ТЕЦ.

Справді, типові значення питомої витрати палива сучасними локальними котельними становлять 154-157 кг/Гкал. За рахунок гнучкого регулювання теплового навантаження такі котли забезпечують економію до 25% теплової енергії на опалення. Крім того, в середньому 15% теплової енергії заощаджується за рахунок запобігання втратам у теплових мережах (середньостатистичний показник для теплових мереж України). Виходячи з цього, питомі витрати палива на ТЕЦ, які забезпечували б такі самі витрати палива, що і локальні котельні, оцінюються рівнем:

$$b_{mc}^* = \frac{(154...157)}{1,25 \cdot 1,15} = (107...109) \text{ кг/Гкал.}$$

Тобто, об'єктивні значення питомих витрат паротурбінних ТЕЦ на тиски 130 ата і вище відповідають необхідному рівневі конкурентоспроможності із децентралізованими системами теплотаблиці.

1. ГКД 34.08.108-98. Розподіл витрат палива на теплових електростанціях на відпусцену електричну і теплову енергію при їх комбінованому виробництві. – Київ. – НДІЕнергетики, 1998.

2. Pustovalov Ju. V. Exergetic Method of Cost Distribution for Co-generation Plants from Idea (1926) up to the Present Day // Energy System and Ecology. -Proc. of the Int. Conf.-Cracow, Poland.-July 5-9.-1993.-P. 513-526.

3. Пустовалов Ю.В. К дискуссии о методах распределения затрат на ТЕЦ // Теплоэнергетика. – 1992. – №9. – с. 48-55.

4. Л.С. Хрилев, В.А. Малофеев. Сравнительная оценка отечественных и зарубежных методов разделения расхода топлива и формирование тарифов на ТЭЦ // Теплоэнергетика. – 2003. – №4.

5. Пиир А.Э., Кунтыш В.Б. Оценка эффективности ТЭЦ без разделения расхода топлива по видам продукции // Изв. ВУЗов. – Энергетика. – 2005 – №1. – с. 64-69.

6. С.В. Дубовской. Феноменологическая декомпозиция сложных процессов в системном анализе энергетических систем // Проблемы загалльної енергетики. – 2004. – №6. – с. 1-15.