

ФОРМУВАННЯ ВИХІДНОЇ СУКУПНОСТІ ПОКАЗНИКІВ РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ОБ'ЄКТІВ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Давиденко Л. В.

Луцький національний технічний університет

Запропоновано набір показників рівня енергоефективності об'єктів системи теплопостачання, що охоплює їх вихідні технічні характеристики, нормативні та додаткові показники енерговикористання.

Постановка проблеми. Одним із визначальних напрямків енергетичної стратегії України є енергозбереження та підвищення рівня енергоефективності. Житлово-комунальне господарство України має значний потенціал енергозбереження в системах теплопостачання, який необхідно реалізувати з урахуванням помилок і досвіду країн, що активно діють у сфері енергозбереження. Тобто, головною метою є скорочення енергетичних витрат в галузі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Одним з перших питань, що виникає в процесі організації та проведення робіт з підвищення рівня ефективності використання енергоресурсів (ЕВЕР) на будь-якому об'єкті ЖКГ, є питання про те як саме, ефективно чи ні, використовуються енергоресурси. Відповідь на це питання має бути об'єктивною та базуватись на врахуванні конкретних кількісних показників ЕВЕР [1]. Визначення їх значень дозволяє зіставити об'єкти, що досліджуються, з аналогічними величинами, досягнутих на подібних об'єктах [2]. Навіть таке примітивне порівняння дозволяє в першому наближенні вияснити, наскільки ефективно використовуються енергоресурси на відповідному об'єкті, а також зробити попередній висновок про можливість та доцільність вирішення завдань підвищення рівня ЕВЕР на даному об'єкті.

Мета статті - створення передумов для підвищення результативності процедури оцінювання рівня енергоефективності об'єктів системи теплопостачання шляхом формування та всебічного врахування показників ефективності енерговикористання.

Основні матеріали дослідження. Під час визначення рівня енергоефективності підприємства комунального теплопостачання необхідно враховувати поняття комплексності оцінювання та можливості порівняння його структурних елементів [2]. При цьому під комплексною оцінкою рівня ефективності енерговикористання в системах теплопостачання слід розуміти характеристику, отриману шляхом одночасного і узгодженого вивчення сукупності показників, що відображають всі аспекти енерговикористання системи теплопостачання, котельні, котлів, допоміжного обладнання тощо. Здійснення аналізу енергоефективності теплопостачального підприємства вимагає накопичення великого масиву інформації. В результаті постає необхідність формування сукупності показників, що дозволятимуть здійснити оцінювання ефективності використання енергоресурсів на різних рівнях технологічного процесу теплопостачання для подальшого аналізу та визначення важелів впливу на ефективність енерговикористання на підприємстві.

Нехай досліджувана система описується скінченною множиною показників. Причому, кожен з показників за своїм змістом повинен належати до відповідної групи, яка

характеризує особливості енерговикористання технологічних одиниць, їх груп, об'єктів, ієрархічних рівнів тощо, а спільний розгляд результатів аналізу показників різних груп дозволяє зробити висновок про рівень енергоефективності підприємства. Визначення достатньо повного складу вихідних показників є принципово важливим і відповідальним етапом для подальшого оцінювання рівня енергоефективності теплопостачального підприємства.

Для забезпечення порівняльного аналізу енергоефективності котлоагрегатів необхідно враховувати їх технічні характеристики [3], зокрема, потужність котла; паспортний ККД котла; нормативну паспортну витрату палива при номінальному навантаженні; середнє річне навантаження котла за останній рік; наявність (відсутність) теплоутилізаційного устаткування, що характеризується відповідним нормативним коефіцієнтом; коефіцієнт надлишку повітря в топці котла; нижчу теплоту згорання палива (Q_n^p), на якому працює котел протягом останнього року; коефіцієнт корисної дії (ККД) котла при заданому навантаженні, визначений за результатами режимно-налагоджувальних випробувань на даному виді палива (η_k^{op}); коефіцієнт корисної дії котлоагрегатів залежно від строку експлуатації, що приймається за результатами даних режимної характеристики, отриманої при останніх режимно-налагоджувальних випробуваннях, або розраховується з врахуванням відповідного нормативного коефіцієнта, який є диференційованим і залежить від типорозміру котла і терміну його експлуатації та характеризує середньостатичне зниження ККД і підвищення норми витрат палива котлами різних конструкцій залежно від їх фізичного старіння в процесі експлуатації.

Ефективність роботи котла залежить від організації режиму енерговикористання. Тому необхідним є врахування показників, які б відображали витрату палива. Індивідуальна норма витрат палива працюючого та налагодженого котла, яка передбачає врахування нормативно допустимого відхилення індивідуальної норми витрат палива від паспортної витрати палива [3], є одним з таких показників. При цьому, нормативний коефіцієнт [3], що встановлює нормативно допустиме відхилення індивідуальної норми витрат палива від паспортної витрати палива, також варто розглядати як показник рівня енергоефективності котла.

Величиною, яка характеризує енергоефективність котла є його фактична питома витрата палива:

$$b_k^{факт} = \frac{B_k^{факт}}{Q_k^{вир}}, \quad (1)$$

де $Q_k^{вир}$ - загальна кількість теплової енергії, виробленої котлом протягом опалювального періоду;

$B_k^{факт}$ - фактична витрата палива, визначена з врахуванням нерівномірності графіка навантаження. За наявності на котлах засобів обліку витрат палива:

$$B_k^{факт} = a_1\tau_1 + a_2\tau_2 + \dots + a_n\tau_n, \quad (2)$$

де a_1, a_2, \dots, a_n - погодинні витрати палива при відповідних навантаженнях;

$\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ - число годин роботи котла.

Слід також враховувати можливість відхилення фактичної питомої витрати палива в реальних умовах експлуатації від нормативного значення визначеного розрахунковим шляхом. Для цього необхідним є врахування коефіцієнту, який відображає відповідність питомих витрат палива в котлі індивідуальній нормі:

$$K_k^{\Delta b} = \frac{b_k^{факт} - b_k}{b_k}, \quad (3)$$

Додатні значення коефіцієнта (3) свідчитимуть про понаднормативні витрати палива, а від'ємні - про можливе завищення індивідуальної норми.

Враховуючи нерівномірність графіка навантаження, сукупність показників енергоефективності повинна містити величину питомої витрати палива за результатами режимної наладки при максимальному, середньому та мінімальному завантаженні котла, а також коефіцієнт завантаження котла при максимальному, середньому та мінімальному завантаженні.

ККД котлів залежить від умов і строків їх експлуатації, видів палива, яке спалюється в котлі [3]. Характеристику витрати корисної дії, яка виникає через зношеність обладнання, недовантаження котла, внаслідок аварій та необлікованих витрат тепла можна здійснити за допомогою відповідного коефіцієнта:

$$K_k^{втр.ККД} = \frac{\eta_{ном} - \eta_k^{CP}}{\eta_{ном}}, \quad (4)$$

де $\eta_{ном}$ - номінальний ККД котлоагрегату;

η_k^{CP} - середній річний ККД котла, що визначається на підставі теплотехнічних випробувань.

Для порівняльного аналізу та визначення рівня ефективності енерговикористання котелень необхідно враховувати нормативні характеристики витрати палива та електроенергії [3,4]: значення групової норми витрати палива на відпуск теплової енергії котельнею, яка є середньозваженою величиною витрати палива, визначається на базі індивідуальних норм витрати палива котлів, враховує нормативну частку витрат теплової енергії на власні потреби котельні та величину економії палива котельнею за рахунок планових заходів; витрати теплової енергії на власні потреби котельні та (по можливості) їх характеристику: втрати теплової енергії з продувкою, на зберігання мазуту, витрати гарячої води і пари на технологічні процеси, пов'язані з виробництвом теплової енергії, санітарно-побутові потреби персоналу тощо; значення індивідуальної норми питомих витрат електроенергії окремо на виробництво та відпуск

теплової енергії; значення нормативних витрат електроенергії по кожному типу обладнання котельні.

Крім загальноприйнятих характеристик ефективності енерговикористання необхідно використовувати низку додаткових показників. Для характеристики понаднормативних витрат енергоресурсів доцільно внести до розгляду коефіцієнт відповідності їх реальних витрат нормативним значенням:

- витрати палива:

$$K_{кот.}^{\Delta b} = \frac{b_{кот.}^{факт} - b_{гр.кот.}}{b_{гр.кот.}}, \quad (5)$$

де $b_{гр.кот.}$ - групова норма витрати палива [3];

$b_{кот.}^{факт}$ - фактичні витрати палива по котельні:

$$b_{кот.}^{факт} = \frac{B_{кот.}^{факт}}{Q_{кот.}^{вир}}, \quad (6)$$

де $Q_{кот.}^{вир}$ - загальна кількість теплової енергії, виробленої котлом протягом опалювального періоду;

$B_{кот.}^{факт}$ - фактична витрата палива, визначена з врахуванням нерівномірності графіка навантаження;

- питомої витрати електроенергії на виробництво (відпуск) теплової енергії котельнею:

$$K_{вир.кот.}^{\Delta \omega} = \frac{\omega_{кот.факт.}^{вир.} - \omega_{кот.}^{вир.}}{\omega_{кот.}^{вир.}}, \quad (7)$$

$$K_{відп.кот.}^{\Delta \omega} = \frac{\omega_{кот.факт.}^{відп.} - \omega_{кот.}^{відп.}}{\omega_{кот.}^{відп.}}, \quad (8)$$

де $\omega_{кот.}^{вир.}$, $\omega_{кот.}^{відп.}$ - індивідуальна норма питомої витрати електроенергії на виробництво (відпуск) теплової енергії, згідно [4];

$\omega_{кот.факт.}^{вир.}$, $\omega_{кот.факт.}^{відп.}$ - фактична питома витрата електроенергії котельнею:

$$\omega_{кот.факт.}^{вир.} = \frac{W_{кот.факт.}^{вир.}}{Q_{кот.}^{вир}}, \quad (9)$$

$$\omega_{кот.факт.}^{відп.} = \frac{W_{кот.факт.}^{відп.}}{Q_{кот.}^{відп.}}, \quad (10)$$

де $W_{кот.факт.}^{вир.}$, $W_{кот.факт.}^{відп.}$ - фактична витрата електроенергії на виробництво та відпуск теплової енергії;

$Q_{кот.}^{вир.}$, $Q_{кот.}^{відп.}$ - кількість теплової енергії виробленої та відпущеної котельнею;

- витрати електроенергії i -тим типом обладнання:

$$K_i^{\Delta W} = \frac{W_{факт.i} - W_i}{W_i}, \quad (11)$$

де W_i - нормативна витрата електроенергії i -тим типом обладнання котельні [4];

$W_{\text{факт.}i}$ - фактична витрата електроенергії i -тим типом обладнання.

Для характеристики ефективності витрати електроенергії введемо коефіцієнти:

- на виробництво та відпуск теплової енергії:

$$K_{\text{кот.}}^{\text{вир.}} = \frac{W_{\text{кот.факт.}}^{\text{вир.}}}{W_{\text{кот.}}^{\text{заг.}}}; \quad (12)$$

$$K_{\text{кот.}}^{\text{відп.}} = \frac{W_{\text{кот.факт.}}^{\text{відп.}}}{W_{\text{кот.}}^{\text{заг.}}}, \quad (13)$$

де $W_{\text{кот.}}^{\text{заг.}}$ - загальні витрати електроенергії;

- на освітлення котельні:

$$K_{\text{кот.}}^{\text{осв.}} = \frac{W_{\text{кот.}}^{\text{осв.}}}{W_{\text{кот.}}^{\text{заг.}}}, \quad (14)$$

де $W_{\text{кот.}}^{\text{осв.}}$ - витрати на освітлення котельні.

Ефективність технічного стану технологічного обладнання котельні доцільно оцінювати з урахуванням їх паспортних характеристик, нормативної витрати електроенергії, а також показника нормативної витрати електроенергії i -тим типом обладнання на виробництво (відпуск) теплової енергії:

$$\omega_i^{\text{вир.}} = \frac{W_i^{\text{вир.}}}{Q_{\text{кот.}}^{\text{вир.}}}, \quad (16)$$

$$\omega_i^{\text{відп.}} = \frac{W_i^{\text{відп.}}}{Q_{\text{кот.}}^{\text{відп.}}}, \quad (17)$$

де $W_i^{\text{вир.}}$, $W_i^{\text{відп.}}$ - нормативна витрата електроенергії i -тим типом обладнання котельні, задіяного у процесі виробництва (відпуску) теплової енергії [4].

В організації режиму роботи котельні важливим є проведення планових заходів щодо економії палива. Тому для порівняння котельні доцільно використовувати коефіцієнт зменшення витрати палива:

$$K_{\text{кот.}}^{\Delta B} = \frac{\Delta B_{\text{кот.}}}{B_{\text{кот.}}}, \quad (14)$$

де $\Delta B_{\text{кот.}}$ - величина зменшення витрати палива за рахунок проведення планових заходів;

$B_{\text{кот.}}$ - витрати палива за попередній рік.

Залежно від постановки задачі дослідження (визначення ефективності роботи котлів, котельні або технологічного обладнання; технічного стану котлів або технологічного обладнання тощо) остаточний набір показників енер-

гоефективності, які необхідно приймати до розгляду, буде змінюватись.

Висновки. Для комплексного оцінювання рівня енергоефективності об'єктів системи тепlopостачання слід враховувати не лише вихідні технічні характеристики їх обладнання та загальноприйняті показники ефективності енерговикористання, а й низку додаткових показників, що дасть змогу врахувати вихідний технічний стан об'єктів, особливості організації режиму роботи, ефективність планових заходів, направлених на економію енергоресурсів тощо.

Список використаних джерел

1. Енергетичний аудит об'єктів ЖКГ: Монографія/ В. П. Розен, О. І. Соловей, С. В. Бржестовський, А. В. Чернявський, Розен П. В. – К.:ПП ВКФ «ДЕЛЬТА ФОКС», 2007. – 224 с.

2. Давиденко Л. В. Оцінювання рівня енергоефективності об'єктів складних енерготехнологічних систем як задача багатомірного порівняння / Л. В. Давиденко, В. А. Давиденко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. Технічні науки. Випуск 116 „Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України”. – Харків: ХНТУСГ. - 2011.- С.76-78.

3. Методика нормування витрат палива та теплової енергії на виробництво і транспортування теплової енергії для споживання системами опалення, вентиляції і гарячого водopостачання та господарсько-побуто-вих потреб житлових будинків та громадських споруд в Україні // Проект Наказу Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. - 2012р.

4. Порядок розрахунку нормативних витрат електроенергії підприємствами теплоенергетики при виробництві, транспортуванні та постачанні (розподілі) теплової енергії // Офіційний Вісник України.- №15, 2009.

Аннотация

ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНОГО НАБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ УРОВНЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Давыденко Л. В.

Предложен набор показателей уровня энергоэффективности объектов системы теплоснабжения, учитывающий исходные характеристики, нормативные, дополнительные показатели энергопотребления.

Abstract

THE FORMATION OF THE ORIGINAL SET OF INDICATORS OF THE LEVEL OF ENERGY EFFICIENCY OF OBJECTS OF SYSTEM OF HEAT SUPPLY

L. Davydenko

A set of indicators of the level of energy efficiency of objects of system of heat supply is proposed. It takes into account original characteristics, regulatory and additional indicators of energy consumption.