

УДК 621.311.003.13

Находов Володимир Федорович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры электропостачання. Тел. +38-044-406-85-14. E-mail: nakhodov@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7643-5965>

Бориченко Олена Володимирівна, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры электропостачання. Тел. +38-066-787-83-85. E-mail: borichenko@mail.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6127-2945>

Іванько Дмитро Олегович, аспірант Тел. +38-044-406-85-14. E-mail: dimo-vin@ya.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4348-6624>

Мазасва Тетяна Вікторівна, магістр, Тел. +38-067-519-80-34. E-mail: 0988799144@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6955-8721>

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна. Вул. Борщагівська, 115, м. Київ, Україна, 03056

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ НОРМАТИВНИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ВИРОБНИЦТВО І ТРАНСПОРТУВАННЯ ТЕПЛА

Стаття присвячена питанням аналізу та удосконалення існуючої в Україні системи нормування питомих витрат електроенергії. Наведено результати аналізу діючої методики розрахунку та визначено її основні недоліки щодо встановлення норм питомої витрати електроенергії на котельних, які надають послуги з централізованого постачання гарячої води, опалення та вентиляції житлових і громадських будівель. Обґрунтована необхідність удосконалення методики з метою здійснення більш об'єктивного контролю енергетичної ефективності функціонування підприємств теплоенергетики.

Ключові слова: підприємства теплоенергетики, тяго-дутьове та насосне обладнання котельних, нормативні витрати електричної енергії, норми питомої витрати електроенергії.

Находов Владимир Федорович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры электроснабжения. Тел. +38-044-406-85-14. E-mail: nakhodov@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7643-5965>

Бориченко Елена Владимировна, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры электроснабжения Тел. +38-044-406-85-14. E-mail: borichenko@mail.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6127-2945>

Іванько Дмитрий Олегович, аспірант. Тел. +38-044-406-85-14. E-mail: dimo-vin@ya.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4348-6624>

Мазаева Татьяна Викторовна, магістр. Тел. +38-067-519-80-34. E-mail: 0988799144@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6955-8721>

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», г. Киев, Украина. Ул. Борщаговская, 115, г. Киев, Украина, 03056

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НОРМАТИВНЫХ РАСХОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ НА ПРОИЗВОДСТВО И ТРАНСПОРТИРОВКУ ТЕПЛА

Статья посвящена вопросам анализа и совершенствования существующей в Украине системы нормирования удельных расходов электроэнергии. Приведены результаты анализа действующей методики расчета и определены ее основные недостатки по установлению норм удельного расхода электроэнергии на котельных, которые предоставляют услуги по централизованному снабжению горячей воды, отопления и вентиляции жилых и общественных зданий. Обоснована необходимость совершенствования методики с целью осуществления более объективного контроля энергетической эффективности функционирования предприятий теплоэнергетики.

Ключевые слова: предприятия теплоэнергетики, тяго-дутьевое и насосное оборудование котельных, нормативные затраты электроэнергии, нормы удельного расхода электроэнергии.

Nakhodov Volodymyr Fedorovych, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., Associate Professor department of electricity supply Tel. +38-044-406-85-14. E-mail: nakhodov@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7643-5965>

Borychenko Olena Volodymyrovna, Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Prof., Associate Professor department of electricity supply. Tel. +38-044-406-85-14. E-mail: borichenko@mail.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6127-2945>

Ivanko Dmytro Olegovych, Ph.D student Tel. +38-044-406-85-14. E-mail: dimo-vin@ya.ru, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4348-6624>

Maзаeva Tetyana Viktorivna, Msc. Tel. +38-044-406-85-14. +38-067-519-80-34. E-mail: 0988799144@ukr.net, ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6955-8721>

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine. 115 Borschagivska Str., Kyiv, Ukraine, 03056.

ANALYSIS OF METHOD FOR CALCULATION OF NORMATIVE POWER CONSUMPTION IN THE PRODUCTION AND TRANSPORTATION OF HEAT

Article is devoted to the analysis and improvement of the existing in Ukraine system of normalization unit cost of electricity. In particular, the results of the current method of the calculation of the regulatory costs of electrical power by thermal power plant in the production, transportation and supply of heat. The main disadvantages of techniques are determined to establish rules for specific electric power consumption at boiler stations that provide centralized hot water, heating and ventilation of residential and public buildings. The necessity of improving this technique is justified to implement a more objective control of the energy efficiency of thermal power plant.

Keywords: thermal power plant, smoke exhaust ductwork and pumps in boiler stations, electric power consumption regulations, standards specific electricity consumption.

Вступ

На сьогоднішній день економіка України практично досягла критичного рівня залежності від зарубіжних поставок енергоресурсів. До того ж, ситуація, що склалася, додатково ускладнюється систематичним зростанням цін на паливо та енергію. З іншого боку, за оцінками фахівців, енерговитрати на виробництво одиниці продукції в нашій державі в кілька разів перевищують аналогічні показники розвинутих країн [1].

Таким чином в умовах економічної кризи та обмеженості енергоресурсів все гострішою стає необхідність практичного вирішення задач енергозбереження, тобто підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) [2].

Вирішення питань енергозбереження, в країні в цілому, так і на рівні окремих підприємств, потребує комплексного підходу, а саме розв'язку численних завдань технічного, технологічного, економічного, організаційного та законодавчого характеру. Крім того, для досягнення потрібних результатів у даній сфері необхідно постійно здійснювати управління енергозбереженням на державному, регіональному та виробничо-господарському рівнях. При цьому однією з першочергових функцій такого управління має бути систематичний контроль та аналіз ефективності використання палива та енергії на відповідних об'єктах (на підприємствах, у їх структурних підрозділах, у технологічних процесах чи окремих агрегатах тощо).

Аналіз останніх досліджень

На сьогоднішній день в Україні методологічною основою контролю та аналізу ефективності використання ПЕР є система нормування питомих витрат палива та енергії на виробництво продукції, виконання робіт чи надання послуг, яка застосовується протягом багатьох десятиліть, починаючи ще з часів колишнього СРСР. Розробка підприємствами усіх форм власності норм питомої витрати ПЕР на одиницю продукції, що виробляється, передбачається вимогами статті 20 Закону України «Про енергозбереження» та здійснюється згідно Постанови Кабінету Міністрів України від 15.07 1997 року № 786 «Про порядок нормування питомих витрат ПЕР у суспільному виробництві» (зі змінами та доповненнями, внесеними Постановою Кабміну № 841 від 03.08 2011 р.), а також Наказу Державного комітету України з енергозбереження від 22.10 2002 р. № 112 «Основні методичні положення з нормування питомих витрат ПЕР у суспільному виробництві».

Розрахунок норм питомої витрати ПЕР, зокрема електроенергії, виконується з використанням численних галузевих, регіональних або «індивідуальних» методик, які розробляються і затверджуються у встановленому порядку для відповідних підприємств, організацій чи установ (наприклад, [3–6]).

Однак на підставі результатів аналізу діючих в Україні методик нормування питомих витрат електроенергії можна стверджувати, що більшість з них мають низку суттєвих недоліків, які не дозволяють достатньо об'єктивно оцінювати рівень ефективності використання електричної енергії у виробничій сфері [7]. Основними причинами недосконалої існуючої системи нормування питомих витрат електроенергії, зокрема, є недостатня технічна та технологічна обґрунтованість встановлених норм, неврахування конкретних виробничих умов, несвоєчасний перегляд норм у зв'язку зі зміною обладнання чи його характеристик, технології, організації та умов виробництва тощо.

Проте, серед численних діючих методик нормування питомих витрат електричної енергії є й такі, що не містять зазначених принципових недоліків і тому в цілому є придатними для встановлення достатньо обґрунтованих, прогресивних норм, які можуть служити основою для здійснення об'єктивного контролю енергоефективності. Одним з прикладів такої методики є Порядок розрахунку нормативних витрат електроенергії підприємствами теплоенергетики при виробництві, транспортуванні та постачанні (розподілі) теплової енергії (далі Порядок), затверджений наказом Міністерства з питань житло-комунального господарства України №12 від 02.02 2009 року [6].

Цей Порядок визначає основні методичні положення розрахунку нормативних витрат електроенергії на потреби підприємств теплоенергетики для надання послуг централізованого постачання гарячої води, опалення і вентиляції житлових і громадських будівель. Однак і цей нормативний документ не є цілком позбавленим окремих недоліків, зокрема, певних неточностей, нечіткості деяких вихідних та розрахункових величин, невизначеності методів чи способів їх вибору або визначення тощо. Хоча кожен окремий з недоліків цього документу, здебільшого, не є принциповим, на думку авторів, вони потребують детального розгляду, а сам Порядок відповідного удосконалення.

Метою даної статті є детальний аналіз та визначення основних напрямів удосконалення Порядку розрахунку нормативних витрат електроенергії, яке дасть змогу встановлювати більш точні та обґрунтовані норми її питомої витрати і, відповідно, здійснювати більш об'єктивний контроль енергетичної ефективності підприємств теплоенергетики та їх виробничих підрозділів, зокрема, котельних.

Матеріали і результати дослідження

Вихідними даними для розрахунку нормативних витрат електроенергії на котельних є приєднані теплові навантаження, схеми теплопостачання, склад, паспортні дані та режими роботи наявного технологічного обладнання, що задіяне у виробництві і транспортуванні теплової енергії, його аеродинамічні та гідравлічні характеристики тощо.

На основі зазначених вихідних даних наведена у Порядку методика передбачає визначення нормативних витрат електричної енергії основним та допоміжним обладнанням: котельних, зокрема, таким як дуттьові вентилятори, димососи, насоси різного призначення, контрольно-вимірювальні прилади і автоматика, системи освітлення тощо.

Таким чином, найбільш енергоємними споживачами електричної енергії на котельних є різні нагнітачі: тяго-дутьове обладнання котлоагрегатів та насоси. Загальний алгоритм розрахунку нормативних витрат електроенергії таким обладнанням є наступним. Для кожного з цих видів обладнання визначається його розрахункова продуктивність, виходячи з якої, встановлюється величина робочого тиску нагнітача, а також його експлуатаційний коефіцієнт корисної дії. Далі визначається коефіцієнт корисної дії електродвигуна в залежності від його завантаження за потужністю. На підставі зазначених величин за єдиною формулою розраховується середня електрична потужність, що споживається кожним нагнітачем. Нормативні ж витрати електроенергії таким обладнанням, як, зрештою, і всіма іншими його видами, визначається, виходячи з розрахованої (його середньої споживаної) потужності, та тривалості роботи протягом відповідного періоду.

При всій простоті зазначених розрахунків в процесі їх практичного виконання виникають численні питання, відповіді на які не можна знайти у Порядку, що розглядається.

Першим і найбільш очевидним недоліком Порядку є те, що в процесі розрахунку практично всіх показників, зокрема, середньої продуктивності тяго-дутьового та насосного обладнання котельних, середньої електричної потужності, що споживається цим обладнанням тощо, виникає потреба у виборі числових значень багатьох нормативно-довідкових величин. Далеко не повний перелік довідкових величин, що використовуються для розрахунку нормативних витрат електроенергії обладнанням котельних, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Окремі нормативно-довідкові величини, що використовуються для розрахунку нормативних витрат електроенергії обладнанням котельних

Умовне позначення (згідно Порядку)	Назва	Діапазон значень
Тяго-дугттьове обладнання		
$\alpha_{Д.Г.}$	коефіцієнт на надлишку повітря в димових газах	1,2÷1,6 – мазут, природний газ; 1,55÷1,7 – тверде паливо
α_T	коефіцієнт надлишку повітря в топці	1,05÷1,1-мазут, природний газ; 1,2÷1,25 – тверде паливо
$t_{Д.Г.}$	температура димових газів, °С	150÷180 – природний газ; 180÷230 – мазут; 170÷200 – кам'яне вугілля; 180÷210 – буре вугілля
$t_{Х.П.}$	температура «холодного» повітря, °С	25÷30
Насоси різного призначення		
$H_{рец}$	тиск рециркуляційних насосів , м в. ст.	15÷25 – для котлів продуктивністю до 10 Гкал/год.; 25÷35 – для котлів продуктивністю 10-50 Гкал/год.
$H_{мер}$	тиск мережевих насосів , м в. ст.	15÷150
$H_{підж}$	тиск насосів підживлення теплової мережі, м в. ст.	10÷40
$H_{с.в.}$	тиск насосів сиріої води , м в. ст.	25÷30
k	коефіцієнт, що враховує втрати сиріої води на внутрішні потреби котельної, %	1÷2
k_n	коефіцієнт використання електричної потужності	0,7÷0,8 – насоси ХВО; 0,7÷0,9 – вакуумні насоси; 0,65÷0,75 - сантехвентилятори
$k_{підж}$	коефіцієнт підживлення теплової мережі	0,0025 – за КТМ 204 0,0075 –за ДБН В.2.5-39:2008

Зазвичай числові значення таких величини є середньостатистичними і далеко не завжди відповідають конкретним виробничим умовам роботи котельних, для яких виконуються розрахунки. До того ж, зазначені нормативні величини наводяться у Порядку та іншій довідковій літературі у вигляді досить широкого діапазону їх значень.

До переліку нормативно-довідкових показників, наведеного в табл. 1, слід додати також окремі теплоенергетичні показники, а також численні величини експлуатаційних коефіцієнтів корисної дії (ККД) обладнання, електродвигунів та механічної передачі, які теж відіграють помітну роль в розрахунках нормативних витрат електричної енергії на котельних, але спосіб встановлення конкретних значень яких Порядком, що розглядається, чітко не визначено.

Числові значення окремих нормативних величин в процесі виконання розрахунків можуть бути уточнені, завдяки використанню наявних режимних карт котлоагрегатів, що встановлені на тій або іншій конкретній котельній. Це стосується, наприклад, таких показників як коефіцієнти надлишку повітря в димових газах, температура димових газів, температура «холодного» повітря тощо. Однак числові значення великої кількості нормативно-довідкових величин, що використовуються, не можуть бути конкретизовані і, здебільшого, ніколи спеціально не уточнюються.

Процес прийняття рішення щодо вибору певного числового значення більшості довідкових величин з достатньо широкого діапазону їх нормативних значень значною мірою має суб'єктивний характер. Очевидно, що такий, достатньо довільний вибір числових значень нормативно-довідкових величин може суттєво впливати на результати подальших розрахунків нормативних витрат електричної енергії обладнанням котельних.

Числові значення встановлених норм питомої витрати електроенергії на підставі таких розрахунків для котельних можуть коливатись в досить широких межах, що не дозволяє вважати їх достатньо обґрунтованими. Зрозуміло, що застосування таких «нечітких» норм у подальшому не дає змоги здійснювати об'єктивний контроль ефективності використання електричної енергії на підприємствах теплоенергетики.

Зазначена вище невизначеність вихідних та нормативних даних, потрібних для виконання розрахунку нормативних витрат електроенергії обладнанням котельних, в принципі, могла б бути суттєво зменшена шляхом визначення багатьох необхідних величин на підставі аеродинамічних та гідравлічних характеристик численних нагнітачів, що використовуються в процесі виробництва та транспортування тепла.

Посилання на аеродинамічні та гідравлічні характеристики обладнання і, навіть, рекомендації щодо необхідності визначення потрібних для розрахунку вихідних даних, перш за все, саме за такими характеристиками містяться майже в усіх підрозділах Порядку. Однак при виконанні практичних розрахунків нормативних витрат електроенергії на котельних здебільшого намагаються не застосовувати аеродинамічні та гідравлічні характеристики обладнання, а здійснювати всі розрахунки в умовах їх відсутності, тим більше, що Порядок таку можливість передбачає. Пояснити це можна кількома причинами.

По-перше, використання аеродинамічних та гідравлічних характеристик нагнітачів потребує досить значних витрат часу на їх пошуки з застосуванням відповідних інтернет-ресурсів. При цьому далеко не завжди вдається знайти такі характеристики для обладнання зарубіжного виробництва.

З іншого боку, якщо спосіб застосування гідравлічних характеристик насосів різного призначення є очевидним, то використання аеродинамічних характеристик вентиляторів та димососів потребує додаткових пояснень, які в Порядку, що розглядається відсутні. Такі додаткові пояснення є необхідними з двох точок зору.

Перш за все, потребує пояснення спосіб знаходження на аеродинамічних характеристиках тяго-дутьового обладнання робочої точки, для якої необхідно визначити робочий тиск та експлуатаційний ККД нагнітача. Приклад такої характеристики наведено на рис.1.

Очевидно, що для такої характеристики, існує лише одна вхідна величина, за якою мають визначатися і робочий тиск, і експлуатаційний ККД відповідного обладнання. Цією величиною є розрахункова продуктивність нагнітача. Тим часом, як у п. 2.4 Порядку зазначено, що експлуатаційний ККД нагнітача має визначатись за його паспортною аеродинамічною характеристикою «для розрахункової продуктивності, для розрахункового тиску, приведеного до «паспортних» умов». При цьому такий приведений тиск ($H_{\text{пасп}}$) визначається за формулою:

$$H_{\text{пасп}} = H_p k_p, \quad (1)$$

де H_p – повний розрахунковий тиск нагнітача, що визначається для певного режиму роботи

котельного агрегату за даними аеродинамічних розрахунків або його випробувань;
 k_p – коефіцієнт приведення, величина якого розраховується за спеціальною формулою і враховує невідповідність між паспортними та експлуатаційними умовами роботи нагнітача.

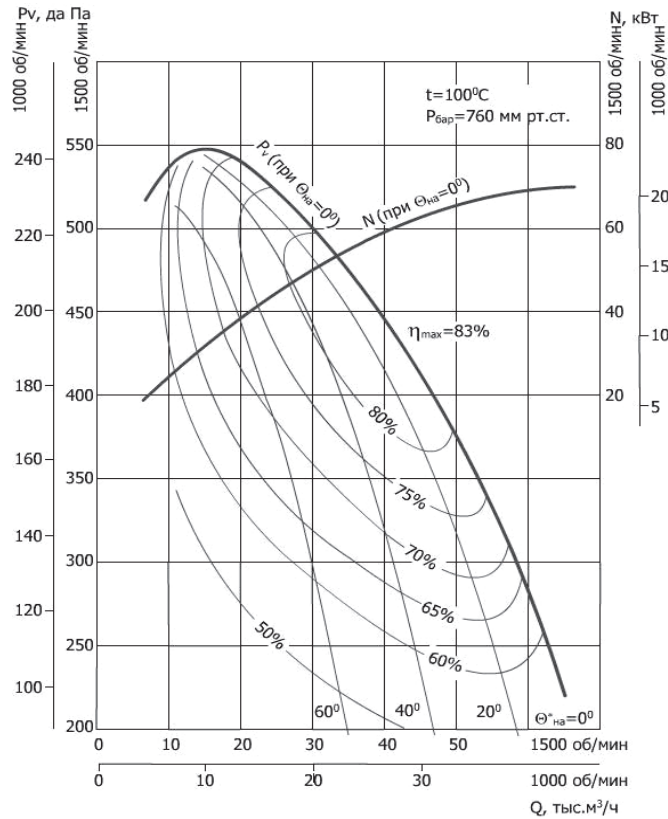


Рис. 1 Аеродинамічна характеристика димососу ДН-12,5.

Навіть не звертаючи увагу на те, що величина H_p в реальних виробничих умовах досить часто є невідомою, виникає сумнів у тому, що визначені окремо величини розрахункової продуктивності димососа чи вентилятора (Q) та приведенного тиску (H_p) завжди відповідатимуть одній і тій самій робочій точці на характеристиці.

У Порядку зовсім нічого не сказано про те, як саме слід вибирати зазначену робочу точку. На будь-якій аеродинамічній характеристиці наведено декілька робочих характеристик нагнітача, які відповідають різним способам регулювання його продуктивності. Наприклад, на рис. 1 таких характеристик чотири.

Отже, в залежності від величини розрахункової продуктивності димососа чи вентилятора, на його аеродинамічній характеристиці можна вибрати від однієї до чотирьох можливих робочих точок, які відрізнятимуться між собою як способом регулювання продуктивності нагнітача, так і рівнем ефективності використання електроенергії.

Крім того, існує ще одна серйозна проблема, що виникає при застосуванні аеродинамічних характеристик нагнітачів у процесі розрахунку їх нормативних витрат електричної енергії. Мова йде про те, що фактичні (експлуатаційні) умови роботи димососів та вентиляторів, зокрема температура димових газів та «холодного» повітря, а також барометричний тиск у відповідній місцевості, можуть суттєво відрізнятись від паспортних умов, для яких були побудовані аеродинамічні характеристики. Отже, перш ніж використовувати «паспортні» характеристики тяго-дутьового обладнання, їх потрібно привести до фактичних умов експлуатації цих нагнітачів, тобто відповідним чином скоригувати. Порядок, що розглядається, не містить жодних методичних рекомендацій щодо такого коригування.

Як вже зазначалося, для розрахунку середньої потужності, що споживається електродвигуном будь-якого відцентрового нагнітача, використовується єдина загальна формула:

$$P = \frac{L \cdot H}{\eta_e \cdot \eta_n \cdot \eta_m}, \quad (2)$$

де L та H – продуктивність та тиск нагнітача; η_e, η_n, η_m – ККД відповідно асинхронного електродвигуна, самого нагнітача і механічної передачі.

Крім наведених вище складнощів, які виникають в процесі знаходження числових значень робочого тиску та експлуатаційного ККД нагнітача, слід звернути увагу на ще одну проблему, що виникає при застосуванні формули (2). Мова йде про визначення ККД асинхронного електродвигуна.

Згідно Порядку величина цього ККД визначається за наведеною в цьому документі спеціальною таблицею в залежності від завантаження електродвигуна за потужністю, яке розраховується за формулою:

$$k_3 = \frac{P}{P_n}, \quad (3)$$

де P_n і P – відповідно номінальна потужність електродвигуна та середня потужність, що споживається ним протягом того чи іншого періоду.

Проблема полягає в тому, що середня споживана потужність є величиною невідомою, і саме для її розрахунку за формулою (2) потрібно знати ККД електродвигуна. В процесі визначення експлуатаційної величини цього ККД за Порядком, що розглядається, виникає ситуація, яку можна назвати «замкненим колом» і яка обов'язково потребує принципового вирішення.

Ще одне принципове питання виникає безпосередньо при виконанні розрахунків середньої споживаної потужності нагнітачів. Якщо для відцентрових насосів різного призначення, які встановлені на котельних, середня потужність, що споживається їх електродвигунами, визначається практично за тією ж формулою (2), то з метою виконання аналогічних розрахунків для тяго-дугтьового обладнання Порядком передбачається застосування дещо іншої залежності:

$$P = \frac{k_3 \cdot L \cdot H}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_e \cdot \eta_n \cdot \eta_m} \quad (4)$$

Єдиною відмінністю цієї залежності від загальної формули (2) є наявність у ній коефіцієнта запасу (k_3).

Можна припустити, що введення до формули (4) такого коефіцієнту має на меті передбачення можливості відхилення реальних умов роботи обладнання від розрахункових. Однак врахування такої можливості (і, відповідно, застосування коефіцієнтів запасу) головним чином є потрібним для вибору необхідної встановленої потужності електродвигуна того чи іншого виду обладнання, і аж ніяк не для розрахунку середньої потужності, що ним споживається.

Виходячи з нормативних даних, наведених у Порядку, легко помітити, що використання коефіцієнта запасу у формулі (4) збільшує розрахункову величину середньої споживаної потужності дугтьових вентиляторів та димососів, а, отже, і їх нормативні витрати електроенергії, відповідно на 10 та 20 %. З іншого боку, слід пам'ятати, що норми питомої витрати електроенергії для котельних, які встановлюються у подальшому на підставі зазначених нормативних її витрат, повинні являти собою обґрунтовані мінімально необхідні обсяги споживання електричної енергії на одиницю продукції.

Приймаючи до уваги цю обставину, доцільність застосування коефіцієнтів запасу у формулі (4) при виконанні розрахунків середньої електричної потужності, що споживається тяго-дутьовим обладнанням котельних, видається дещо сумнівною.

Виникають певні сумніви також щодо коректності визначення середньої споживаної потужності тяго-дутьового обладнання за умови відсутності його аеродинамічних характеристик. В цьому випадку Порядок передбачає використання залежності, яка, в цілому, є подібною до формули (4):

$$P = \frac{P_n k_{\text{екс}} k_z}{k_p}, \quad (5)$$

де P_n – номінальна паспортна потужність нагнітача, яка приймається за довідковими даними або розраховується за окремою формулою; $k_{\text{екс}}$ – експлуатаційний коефіцієнт, величина якого залежить від співвідношення розрахункової та номінальної продуктивності нагнітача; k_p – коефіцієнт приведення, що враховує відмінність реальних умов роботи нагнітача від паспортних.

Крім доцільності застосування коефіцієнту запасу, сумнів формула (5) викликає також з тієї точки зору, що у п. 2.5 Порядку потужність, що розраховується на її підставі, називається «споживаною потужністю електродвигуна тяго-дутьового обладнання». В той час, коли є очевидним, що залежність (5) власне не враховує ККД електродвигуна та механічної передачі. Потужність, яка визначається за формулою (5), являє собою середню потужність, що споживається самим нагнітачем, а не його електродвигуном.

Не менш важливою вихідною величиною, ніж середня споживана потужність, для розрахунку нормативних витрат електричної енергії на котельних є тривалість роботи основного і допоміжного технологічного обладнання протягом відповідного розрахункового періоду. Очевидно, що для одержання обґрунтованих величин споживання електроенергії тривалість роботи також має бути «нормативною». Однак у Порядку числові значення цих показників певною мірою також приймаються без належного обґрунтування.

Функціонування багатьох видів електрообладнання котельних, зокрема, димососів, дутьових вентиляторів, мережевих насосів, безпосередньо пов'язане з роботою котлоагрегатів. Для такого обладнання тривалість роботи протягом опалювального періоду є точно визначеною величиною. Але тривалість роботи численних насосів, наприклад, насосів сирій води, системи хімводообробки (ХВО), підживлення теплових мереж тощо, ніяк не може бути визначена, виходячи з тривалості роботи котлів. Звичайно, тривалість роботи цих видів обладнання наводиться у щорічних звітах про його використання. Однак значення цих показників, з одного боку, далеко не завжди є достатньо достовірними, а з іншого боку, їх не можна вважати достатньо обґрунтованими «нормативними» величинами.

З цього приводу також необхідно додати, що для розрахунку нормативних витрат електричної енергії насосами системи ХВО та іншими невеликими нагнітачами у Порядку рекомендовано застосовувати спрощену формулу:

$$W = P_{\text{вст}} k_b T_m, \quad (6)$$

де $P_{\text{вст}}$ – встановлена потужність електроприймача; k_b – коефіцієнт використання електричної потужності; T_m – кількість годин використання максимуму потужності.

Виконання розрахунків для зазначених видів обладнання за такою спрощеною залежністю само по собі є цілком обґрунтованим. Але сумнів викликає доречність застосування замість тривалості роботи цих нагнітачів такого показника як «кількість годин використання максимуму потужності», оскільки добуток встановленої потужності обладнання на відповідний коефіцієнт використання являє собою не максимальну, а середню електричну потужність, що споживається. До того ж, навряд чи у реальних виробничих

умовах здійснюється облік саме кількості годин використання максимуму потужності обладнання.

Слід зазначити також, що визначення обґрунтованих величин тривалості роботи окремих видів насосів на котельних, зокрема, насосів сирої води, підживлення теплових мереж, як зрештою і їх споживаної потужності, здійснюється згідно Порядку практично без урахування вибраних режимів роботи цього обладнання.

На завершення потрібно також звернути увагу на те, що Порядок фактично не містить жодних методичних рекомендацій щодо проведення контролю виконання встановлених норм питомої витрати електроенергії, зокрема, на котельних. Тобто на підставі цього нормативно-методичного документу досить складно виконувати таку важливу функцію енергетичного менеджменту, як об'єктивний контроль та аналіз ефективності використання електричної енергії в процесах виробництва, транспортування та постачання тепла.

Висновки

Наведені вище результати аналізу нормативно-методичного документу дозволяють зробити наступні висновки:

1. Діючий в Україні Порядок розрахунку нормативних витрат електричної енергії на підприємствах теплоенергетики в цілому являє собою коректну, технічно та технологічно обґрунтовану методику нормування питомих витрат електроенергії в процесах виробництва, транспортування та постачання тепла.

2. Однак зазначений нормативний документ не є цілком позбавленим окремих недоліків, певних неточностей, нечіткості деяких вихідних та розрахункових величин, невизначеності методів та способів їх вибору або визначення, наявність яких не дозволяє вважати норми, що встановлюються на підставі цього документу, достатньо точними та обґрунтованими.

3. Хоча кожен окремий з недоліків Порядку, здебільшого, не є принциповим, з метою здійснення більш об'єктивного контролю та аналізу енергетичної ефективності підприємств теплоенергетики та їх виробничих підрозділів, зокрема котельних, зазначені недоліки потребують усунення, а сам Порядок – відповідного удосконалення.

Список використаної літератури:

1. Енергоефективність як ресурс інноваційного розвитку: Національна доповідь про стан та перспективи реалізації державної політики енергоефективності у 2008 році / С. Ф. Єрмілов, В. М. Геєць, Ю. П. Яценко, В. В. Григоровський, В. Е. Лір та ін. – К., НАЕР, 2009. – 93с.

2. Ковалко М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / Ковалко М. П., Денисюк С. П.; відпов. ред. Шидловський А. К. – К.: УЕЗ, 1998. – 506 с.

3. Методичні рекомендації для нормування електричної енергії на вироблення продукції олієдобування та переробки, затверджені Міністерством агропромислового комплексу 20.10 1998 р. та погоджені Державним Комітетом України з енергозбереження 30.10 1998 р.

4. Інструкція з нормування витрат електричної енергії на продукцію підприємств молочної промисловості, затверджена Міністерством агропромислового комплексу 05.02 1998 р. та погоджена Державним Комітетом України з енергозбереження 29.01 1998 р.

5. Методика визначення питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів на виробництво продукції залізрудних підприємств затверджена Міністерством промислової політики України 2003 р. та погоджена Державним Комітетом України з енергозбереження 2003 р.

6. Порядок розрахунку нормативних витрат електроенергії підприємствами тепло-енергетики при виробництві, транспортуванні та постачанні (розподілі) теплової енергії, затверджений Наказом Міністерства з питань житло-комунального господарства України №12 від 02.02.2009 року.

7. Находов В. Ф. Аналіз діючих в Україні методик нормування питомих витрат паливно-енергетичних ресурсів / В. Ф. Находов, О. В. Бориченко, К. К. Кочетова // «Промислова електроенергетика та електротехніка». Промелектро : інформ. зб. – 2007. – №2. – С. 42–50.

References:

1. Yermilov S. F. , Heiets V. M., Yashchenko Iu. P., Hryhorovskiy V. V., Lir V. E. ta in. (2009) "Energy efficiency as a resource of innovative development: national report on the status and prospects of implementation of state energy efficiency policy in 2008"["Enerhoefektyvnist yak resurs innovatsiinoho rozvytku: Natsionalna dopovid pro stan ta perspektyvu realizatsii derzhavnoi polityky enerhoefektyvnosti u 2008 rotsi"], NAER, Kyiv, 93 p.

2. Kovalko M. P., Denysiuk S. P.; vidpov. red. Shydlovskiy, A. K. (1998) "Energy conservation – a priority direction of state policy of Ukraine"["Enerhozberezhennia – priorytetnyi napriamok derzhavnoi polityky Ukrainy"], UEK, Kyiv, 506 p.

3. "Guidelines for rationing electricity for production and processing of products oil recycling"["Metodychni rekomendatsii dlia normuvannia elektrychnoi enerhii na vyroblennia produktsii oliiedobuvannia ta pererobky"] approved by the Ministry of agriculture 20.10 1998 and approved by the State Committee of Ukraine for Energy Conservation 30.10 1998.

4. "Instructions rationing power consumption for products of the dairy industry"["Instruktsiia z normuvannia vytrat elektrychnoi enerhii na produktsiiu pidpriemstv molochnoi promyslovosti"], approved by the Ministry of agriculture 02.05.1998 and approved by the State Committee of Ukraine for Energy Conservation 29.01 1998.

5. "Method of determining the specific consumption of fuel and energy resources in the production of iron ore companies"["Metodyka vyznachennia pytomykh vytrat palyvno-enerhetychnykh resursiv na vyrobnytstvo produktsii zalizorudnykh pidpriemstv"] approved by the Ministry of Industrial Policy of Ukraine in 2003 and approved by the State Committee of Ukraine for Energy 2003.

6. "The procedure for calculating standard costs of electricity enterprises of heat energy in the production, transportation and supply (distribution) heat"["Poriadok rozrakhunku normatyvnykh vytrat elektroenerhii pidpriemstvamy teplo-enerhetyky pry vyrobnytstvi, transportuvanni ta postachanni (rozpodili) teplovoi enerhii"], approved by Order of the Ministry of Housing and Communal Services of Ukraine № 12 from 02.02 2009.

7. Nakhodov V. F., Borychenko O. V., Kochetova K. K. (2007), "Analysis of operating in Ukraine valuation techniques specific consumption of fuel and energy resources"["Analiz diiuchykh v Ukraini metodyk normuvannia pytomykh vytrat palyvno-enerhetychnykh resursiv"], *"Electricity and electrical engineering industries"*, *Promelektro*, no 2, P. 42–50.

Поступила в редакцию 06.04 2015 г