

СИНТЕЗ ТА АНАЛІЗ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Представлений аналіз споживання паливно-енергетичних ресурсів України малими енергетичними установками, представлено аналіз проблем, які виникають у галузі комунальної енергетики. Наведені невизначеності, які виникають під час роботи систем теплопостачання з малими енергоустановками, та їх характеристика. Для прикладу виконано аналіз теплових втрат при роботі системи у січні 2016 року. Представлені шляхи підвищення енергетичної ефективності малих енергоустановок.

Ключові слова: мала енергетика, енергоефективність, теплопостачання, деревина, експлуатація енергосистеми.

Abstract

The analysis of fuel and energy resources Ukraine small energy facilities kami., Analyzes the problems arising in the field of communal power. These uncertainties arising during operation of heating systems with small power plants and their characteristics. Analysis of heat losses in the system in January 2016. Presented ways to improve the energy-efficiency low-energy power plants.

Keywords: low power, energy, heat, wood, grid operation.

Вступ

Вирішення проблем якісного теплопостачання будь якої системи – це складний процес, який у загальному випадку потребує комплексного системного підходу. Узгодження виробництва і енергоспоживання теплової енергії визначає енергоефективність системи, придатність системи виконувати своє призначення: забезпечити теплотехнологічні вимоги; сан технічні норми в приміщеннях, технологічний регламент на виробництві, потрібний рівень енергоефективності тощо [1].

Ситуація з енергозбереженням та ефективністю використання паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР), що склалась сьогодні у системі комунальної енергетики (КТЕ) в Україні, на всіх рівнях управління визнана проблемно-критичною, такою, що створює загрозу навіть енергетичній безпеці країни і потребує негайного розв'язання. Системи управління КТЕ є багаторівневими, ієрархічно упорядкованими організаційно-технологічними системами, структура яких визначається підсистемами адміністративного керування, нормативно правового регулювання та організаційного управління підсистемами виробництва, транспортування і використання теплоти.

Для галузі малої енергетики передусім характерний низький рівень економічної надійності і безпеки, зокрема і екологічної. Мала енергетика споживає більше 60 % усього палива ПЕК України. В Україні нараховується більше 2,0 млн. одиниць паливоспалювальних установок, які належать до малої енергетики, значна їх частина (більше 1,5 млн.) – котли потужністю до 0,1 МВт. Існує особлива група промислових ТЕЦ малої потужності. Техніко-економічні показники більшості (промислових ТЕЦ) ПТЕЦ дуже низькі, а негативний вплив на екологію значний. Отже, на потреби потужностей енергогенеруючих систем теплопостачання малої енергетики витрачають ПЕР більше, ніж на будь-яку іншу галузь народного господарства [1, 2].

Ефективність використання палива та екологічні показники цих систем теплопостачання не завжди відповідають сучасним вимогам науково-технічного прогресу. Середня питома витрата умовного палива на виробництво теплової енергії дуже висока (43,5 кг у.п/ГДж або 181,9 кг у. п./Гкал) і відповідає середньому ККД не більше 75 %. Здебільшого теплові ККД дрібних котелень та індивідуальних систем теплопостачання 1,5 – 2,0 рази нижчі за технічно припустимий рівень. Також вони є найбільшими забрудниками навколишнього середовища, збільшують екологічне навантаження на міста та населені пункти.

В екологічному та економічному відношенні найдосконаліші теплоцентралі і великі районні котельні, однак обмеженням їх використання є великі споживачі, що помітно знижує ефективність ТЕЦ і масштаби їх використання. Розроблені та широко впроваджуються заходи з підвищення енергоекологічної ефективності об'єктів великої теплоенергетики. Серед основних є: використання природоохоронних заходів та заходів з енергозбереження; застосування екологічного моніторингу; стимулювання розвитку наукових досліджень і практичного використання новітніх наукових досягнень і науково-технічних розробок; запровадження безвідходних технологій і т. п. Використання децентралізованого теплопостачання, яке розглядається в роботі, вимагає пошуку шляхів підвищення енергоефективності та екологічної безпеки теплоенергетичних установок малої потужності та підвищення надійності їх роботи [4].

Основна частина

У відповідність з ДБН джерело енергії вибирають по розрахунковій температурі, яка є найнижчою за опалювальний період. При цьому очікується імовірність перевитрати коштів на усіх етапах життєвого циклу об'єкта: капітальні затрати на будівництво системи, перевитрата коштів на паливо у відносно теплий опалювальний період [1, 2, 4, 5].

Для організації роботи котельні важливою є режимна карта. Режимні карти котлів складаються під час теплотехнічних випробувань та наладки роботи котла і у більшості випадків доцільні, з фінансової і матеріально затратної точки зору, тільки для промислових котлів. Виробники побутових котлів та котлів невеликої потужності загального призначення подають тільки номінальні параметри його роботи. На етапі експлуатації котла цього може бути недостатньо, тому метою даної роботи є розробка рекомендацій щодо використання експериментально-розрахункового методу для тестування системи теплопостачання.

Проблеми роботи системи теплопостачання виникають на етапі експлуатації. Розглянемо модель існуючої системи, яка включає: джерело енергії (деревина), джерело теплової енергії (котел), підсистему передачі теплової енергії (трубопроводи прямої та зворотної води), споживачів (будівля, умовний теплообмінник). Важливе навколишнє середовище з реальною зміною температури.

Орієнтовний набір параметрів, які вимірюються приладами та визначаються розрахунками наступний: температура повітря на вході в топку; температура відхідних газів; температура прямої та зворотної мережної води; витрата мережної води; склад відхідних газів; витрата палива; склад палива (вологість, вміст вуглецю та ін.); якість котлової води; теплота згорання палива; теплова потужність котла; об'єм води в системі; напір теплоносія в точках системи; спожита електрична потужність; матеріал котла та споживачів; розрідження в топці тощо.

На основі математичних моделей можна визначити параметри потоків системи теплопостачання практично в будь-яких точках, в зв'язку з чим достатня інформація про стан об'єкта, який аналізуємо, може бути одержана при обмеженій кількості контрольно-вимірювальних приладів.

Математична модель складається із модулів; балансових рівнянь котла, будівлі, теплообмінників, трубопроводів прямої і зворотної води; визначення середньоінтегрального коефіцієнта термічного опору будівлі (приміщення); визначення теплових втрат будівлі; визначення середньоінтегрального коефіцієнту тепловіддачі від поверхні теплообмінників, які обігрівають приміщення.

Для визначення даних розрахунком необхідно ввести певний мінімум вхідної інформації. Не всю інформацію можна визначити однозначно, в процесі експлуатації робочі параметри можуть змінюватись. Наприклад за умови завантаження сухої деревини їхня витрата буде значно відрізнитись від витрати вологої деревини.

Проводячи аналіз вхідної інформації, можна виділити чотири основних рівня: детермінована інформація, ймовірнісна, ймовірносно-невизначана та власне невизначена. До ймовірносно-невизначеної інформації можна віднести втрати теплоти в навколишнє середовище (н.с.). Температуру н.с. визначається прогнозуванням. До власне невизначеної можна віднести витрату палива, якість палива і т. п. Маючи інформацію про міру невизначеності вхідної інформації можна проводити реальний аналіз системи. Розрахункова багатоваріантність представляє більш багатий набір параметрів.

Оскільки головним елементом системи є водогрійний котел, тому з точки зору системного підходу, треба виділити фактори, які виникають при роботі котла. До внутрішніх факторів відносяться: інтенсивність відкладення накипу, золи, залипання колосникової решітки, хімічний та механічний недопал, фракційність та товщина шару палива, неоднозначність дії інтенсифікаторів за різних умов, пошкодження теплової ізоляції, конструкція топки та теплообмінника, степінь екранування та ін. До

зовнішніх факторів в першу чергу можна віднести: температуру навколишнього середовища, тип палива його якість тощо.

Теплотехнічні вимірювання, які проводяться з метою визначення енергетичних характеристик роботи котлів достатньо трудомісткі і потребують значних затрат часу на обробку результатів експериментів. Детальний аналіз експериментальних даних потребує системного підходу. За умов формалізації постановки задач оптимізації теплотехнологічної системи виділяють наступні етапи: визначення області реалізації об'єкта, обґрунтування функції якості об'єкта, формування області оптимізації об'єкта; математичне моделювання об'єкта (структурно-модульна побудова моделі, класифікація об'єктів, класифікація задач, загальні структури розрахунку, модулі розрахунку елементів); методи пошуку оптимальних рішень.

Отже проведення раціоналізації по підбору палива для котла досить трудомісткий процес, який включає в себе дослідження доступності палива, дослідження оптимальної вологості обраного палива, визначення виду в якому можливо використовувати паливо, дослідження температурного графіку навколишнього середовища, дослідження необхідної потужності споживачів та їх температурних графіків тощо.

Визначення витрати робочого палива котлів, які працюють на твердому паливі може здійснюватися зведенням зворотного балансу або безпосереднім зважуванням палива.

В якості прикладу використання експериментально-розрахункового методу для тестування системи теплопостачання виконаємо аналіз та спрогнозуємо кількість палива для котла в реальних умовах роботи. Прийmemo до уваги температурний графік у січні 2016 року. У загальному вигляді система, яка аналізується описана вище. Втрати енергії з будівлі визначені за відомими методиками але з уточненням опалювальної характеристики для конкретної будівлі. Середньодобова, середньомісячна температури та добові теплові втрати (Q , кДж/добу) з приміщення в січні 2016 року зображені на рисунку 1.

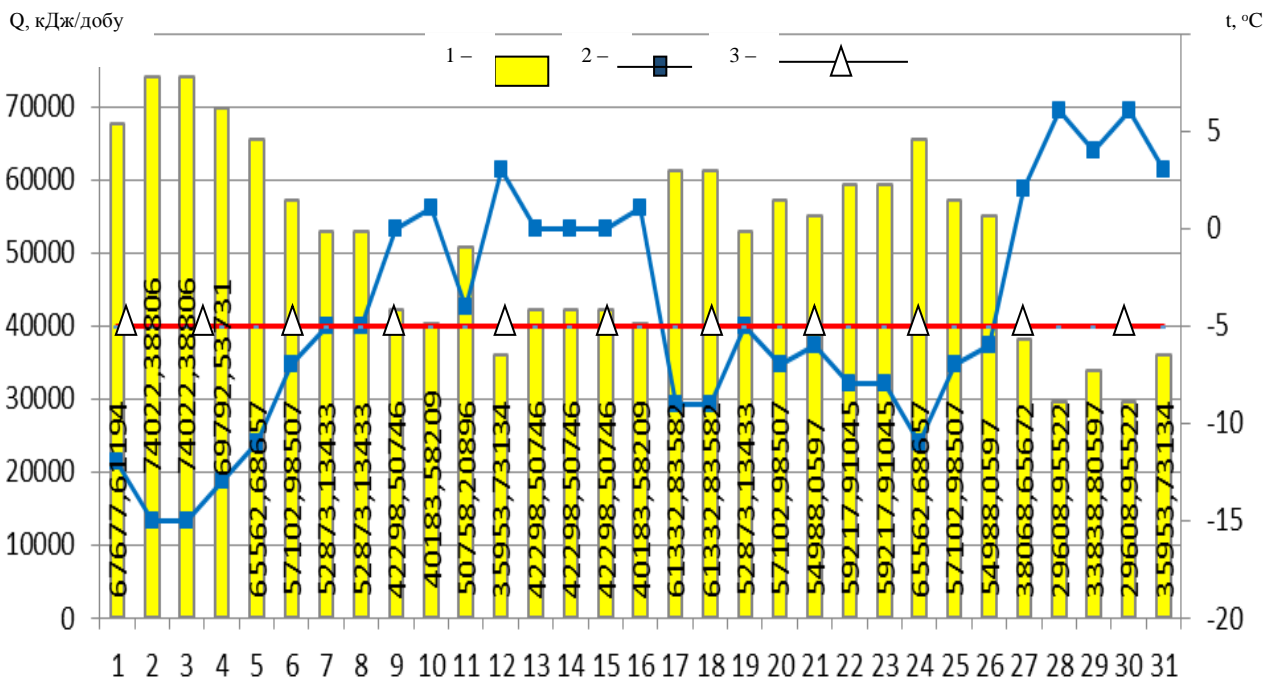


Рисунок 1. 1 – добові тепловтрати; 2 – середньодобова температура; 3 – середньомісячна температура.

Для водогрійного котла потужністю 100 кВт, використавши відомі методи, отримали значення середньодобової питомої масової витрати палива, в залежності від вологості палива.

Графік (рис. 2) показує суттєве підвищення витрати палива при зменшенні температури навколишнього середовища нижче 0 ... -5 °C. За умов використання вологої деревини (>40 %) у періоди місяця з пониженою температурою, її витрата збільшується на 83,3 % порівняно із використанням деревини з сухістю 10 %, що ускладнить процес завантаження палива до котла.

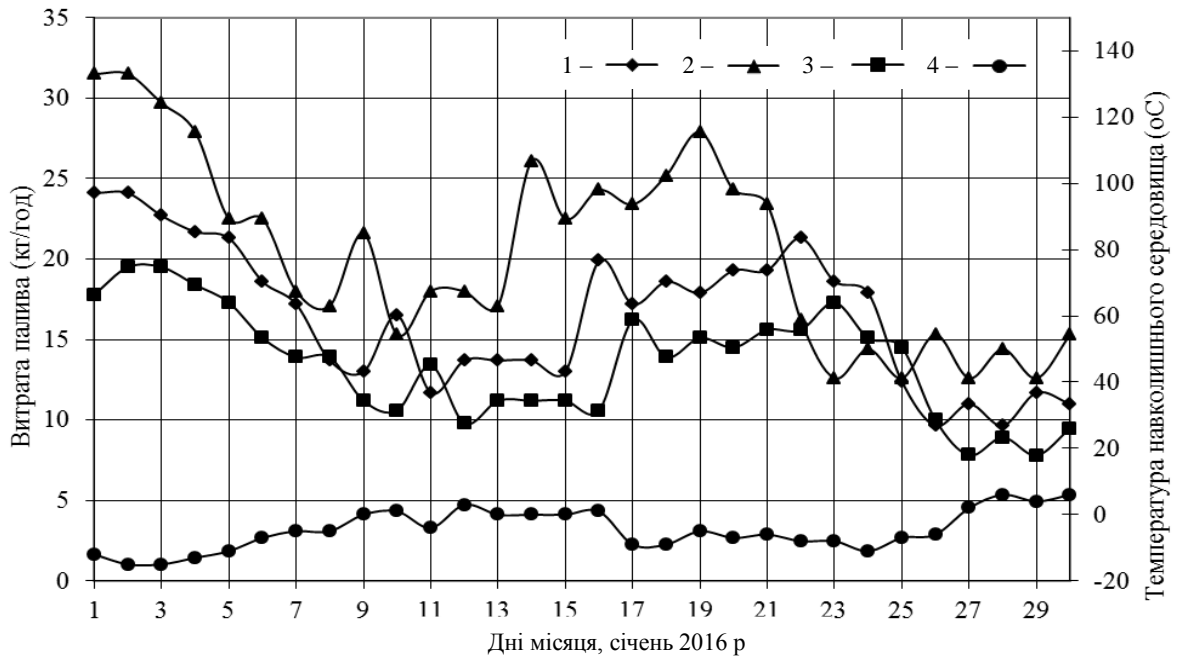


Рисунок 2. 1 – вологість деревини 20 %; 2 – вологість деревини 40 %; 3 – вологість деревини 10 %; 4 – середньодобова температура.

Таким чином, у період мінімальних температур доцільніше використовувати більш суху деревину, а в період температур більш високого рівня використовувати деревину з вищою вологістю. Такий підхід призведе до більш рівномірного завантаження топкової камери та значно здешевить отриману теплову енергію, оскільки виготовлення сухого якісного палива вимагає значних матеріальних затрат. Так, застосування сушарки з ККД 40 % витрата енергії на зменшення вологості в деревині від 40 % до 10 % складатиме до 16 % від виробленої котлом потужністю 100 кВт. Це перевищує зменшення ККД котла на вологій деревині.

Висновки

Мала енергетика споживає близько 60 % усього палива ПЕК України. Методична база для аналізу роботи системи тепlopостачання невеликої потужності не узагальнена, не адаптована до сьогоdnішніх умов, що призводить до зниження їх енергетичної ефективності. Для підвищення енергетичної ефективності в першу чергу необхідно забезпечити постійний аналіз системи тепlopостачання. Наведені графіки показують необхідність проведення аналізу для підвищення енергоефективності, проста заміна вологості деревини на більш суху не забезпечує підвищення енергоефективності.

За умов використання у найхолодніші періоди місяця вологості деревини (>40 %), її витрата збільшується на 83,3 % порівняно із використанням деревини з вологістю 10 %, що може ускладнити процес завантаження палива до котла. У період мінімальних температур навколишнього середовища доцільніше використовувати більш суху деревину, а в період більш високого рівня температур використовувати деревину гіршої якості. Такий підхід призведе до більш рівномірного завантаження топкової камери та здешевить отриману теплову енергію, оскільки приготування сухого палива вимагає значних енергетичних затрат.

Аналіз споживання палива показує, як оцінюючи рівень невизначеності інформації можна отримати прогнозні дані по витраті палива на певний відрізок часу, обмежуючись незначною кількістю прямих вимірювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г. Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 232 с.

2. Крюков А. В., Ткаченко А. Е. Критерии управления шахтной системой теплоснабжения с топками НТКС // Автоматизация технологических объектов и процессов. Поиск молодых. Сборник научных работ XV научно-технической конференции аспирантов и студентов в г. Донецке 25-26 мая 2016 г. - Донецк, ДонНТУ, 2016. – 341 с.
3. А.М. Бакластов Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник. / Бакластов А.М., Бродянский В.М., Голубев Б.П. и др. Под общей редакцией В.А. Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1983 – 552с.
4. Ткаченко С.Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Навч. Пос / С. Й. Ткаченко, М.М. Чепурний, Д.В. Степанов - Вінниця: ВНТУ, 2005. – 137с.
5. ДБН Д.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Мінрегіон України, 2013. – 149 с.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.

Парицький Артем Олександрович – студент факультету БТЕГП, гр. ТЕ-16мі.

Денесяк Дмитро Іванович – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit@mail.ru.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system.

Parytskyu Artem - student of BTEGP, gr. TE-16 mi.

Denesyak Dmitry - graduate student of heating, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Stanislav Tkachenko - Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: stahit@mail.ru.