

Технічні науки

УДК 697.27:621.365

Фіалко Наталія Михайлівна

*доктор технічних наук, професор,
чл.-кор. НАН України, завідувач відділу
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Fialko Nataliia

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of Department
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

Тимченко Микола Петрович

*кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Інститут технічної теплофізики НАН України*

Tymchenko Mykola

*Candidate of Technical Sciences (PhD), Senior Researcher
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine*

**СТРУКТУРА І ОСНОВНІ СКЛАДОВІ СИСТЕМ
ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ
STRUCTURE AND MAIN COMPONENTS OF THE CENTRALIZED
HEAT SUPPLY SYSTEM OF UKRAINE**

Анотація. В статті розглянуто типову структуру систем централізованого теплопостачання України, які належать в основному до 2-го та 3-го поколінь цих систем. Висвітлено особливості основних складових даних систем централізованого теплопостачання.

Ключові слова: системи централізованого теплопостачання, об'єкти теплової генерації, теплові мережі, теплові пункти, джерела теплової енергії.

Summary. *The article examines the typical structure of centralized heat supply systems in Ukraine, which mainly belong to the 2nd and 3rd generations of these systems. Features of the main components of centralized heat supply systems are highlighted.*

Key words: *systems of centralized heat supply, objects of heat generation, heat networks, heat points, sources of heat energy.*

Системи централізованого тепlopостачання (СЦТ) України відносяться до класу так званих «радянських» СЦТ, коли ефективність СЦТ («ефективність» у розумінні того часу) досягала не на всьому технологічному ланцюзі (теплогенератор – ТЕЦ, тепла станція, котельня =>теплові мережі=>тепlopункт=>будинки) кінцевого споживача (у будинках), а головним чином на етапі використання первинних енергоресурсів (ПЕР) для одержання теплової енергії. СЦТ входять у коло об’єктів у сфері системи побутового тепlopостачання (СПТ) [5-8]. Складовими СПТ є теплогенеруючі станції чи установки, зокрема, теплові електростанції, теплоелектроцентралі, котельні, когенераційні установки (КГУ), теплонасосні установки (ТНУ), теплові мережі, які призначені для виробництва і транспортування теплової енергії, а також об’єкти та споруди, основне і допоміжне обладнання, що використовуються для забезпечення безпечної та надійної експлуатації теплових мереж тощо.

У цілому СПТ України – це структурована і організована на базі СЦТ 2-го- та 3-го поколінь сукупність теплоелектромеханічних пристроїв для виробництва теплоенергії, її транспортування, розподілу і використання на об’єктах непромислового призначення. Основну масу споживачів вказаних об’єктів генерації складають мешканці житлових будинків. Споживачами енергії є також громадські будівлі та споруди, будинки цивільного та соціально-культурного призначення. Найбільш розповсюдженим теплоносієм у СПТ є гаряча (до 130 °С з тиском до 0,6 МПа) вода.

В ЗУ "Про теплопостачання" визначені такі поняття як теплова, тепловикористовуюча та теплогенеруюча установки. Теплова установка – це обладнання, пристрої, призначені для виробництва, перетворення та споживання теплової енергії. Тепловикористовуюча установка – комплекс обладнання (пристроїв), що використовує теплову енергію (теплоносій) для опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, технологічних або комунально-побутових потреб; теплогенеруюча установка – це комплекс взаємопов'язаного обладнання, що виробляє теплову енергію, незалежно від місця його розташування. В ЗУ "Про теплопостачання" не розрізняються поняття теплоелектроцентральної та когенераційної установки, хоча між ними є інституційна різниця: ТЕЦ перебуває на боці централізованої генерації, когенерація тяжіє до сфери децентралізованої генерації. Порівняльний аналіз цих двох установок і принципів генерації проведений в [1; 2].

СЦТ України, як вже зазначалось, належать в основному до 2-го і 3-го поколінь. На рис. 1 наведена структура і основні складові таких СЦТ. Вони нараховують як мінімум чотири наступних елемента:

1) Джерела тепла, які генерують (виробляють) теплову енергію. Основною їх джерельною базою (первинним енергетичним ресурсом) в Україні є природний газ (лише в останні роки певна частина теплогенерації припадає на біомасу).

2) Теплові мережі, що з'єднують джерело тепла з тепловими пунктами. Розрізняють:

– магістральні теплові мережі, тобто комплекс трубопроводів і споруд для транспортування теплоносія від джерела теплової енергії до місцевої (розподільчої) теплової мережі;

– місцеві (розподільчі) теплові мережі – сукупність енергетичних установок, обладнання і трубопроводів, які забезпечують транспортування теплоносія від джерела теплової енергії, центрального теплового пункту або магістральної теплової мережі до теплового вводу споживача.

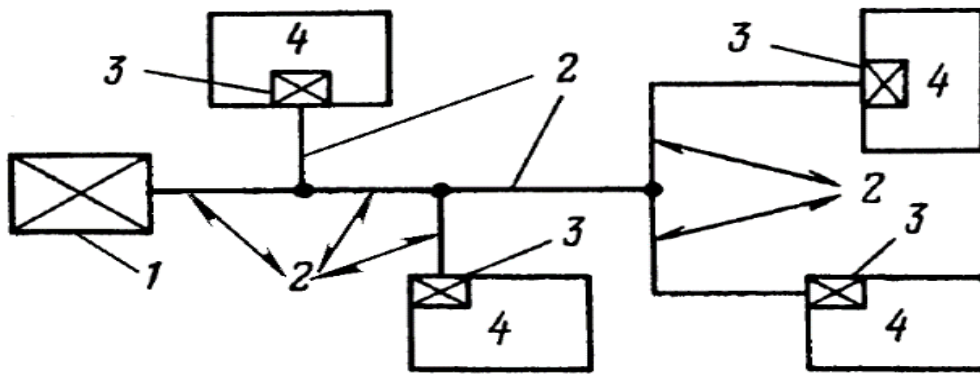


Рис. 1. Структура і основні елементи СЦТ України. 1 – джерело тепла; 2 – теплові мережі; 3 – теплові пункти; 4 – будівлі з місцевими системами споживачів тепла (за [3])

Теплові мережі в справному (проектному) стані характеризуються відносно невеликими тепловими втратами. По довжині трубопроводу мережі теплоносії - пара и вода, мають осереднені лінійні падіння тиску і температури [3]: пара – $0,07 \div 0,15$ МПа/км, $5-20$ °С/км; вода – $0,8$ МПа/км (разом у подавальному і зворотному трубопроводах) та $<0,33$ °С /км). В більш пізній роботі [4] визначено, що падіння ККД теплової мережі (відношення спожитої абонентською установкою теплоти до теплоти, що була відпущена) по довжині трубопроводу залежить от багатьох факторів і у випадку пінополіуретанової (ППУ) ізоляції складає $0,4-0,6$ %/км взимку і $0,8$ %/км навесні. Для розрахунків бралася труба $d_{\text{вн}}=250$ мм, товщиною ППУ 70 мм, з витратою теплоносія (гарячої води) $G=85$ кг/с= 3685 м³/год, що є близьким до пропускної спроможності трубопроводу даного діаметра. Магістралі з ППУ ізоляцією зберігають працездатність на відстанях більше 50 км. Мережі, що укриті скляною ватою практично повністю непрацездатні на відстані 20 км (на 30 км ККД мережі ≈ 0 , тобто все тепло від джерела поглинається навколишнім середовищем).

3) Теплові пункти, що розміщуються всередині будівлі (індивідуальні теплові пункти (ІТП) або квартирні теплові пункти (КТП)), або розташовані поза будівлями центральні теплові пункти (ЦТП),

зв'язують технологічно місцеві системи споживання тепла з тепловими мережами та джерелом тепла. У теплових пунктах відбувається розподіл, регулювання і облік споживаного тепла.

4) Будівлі, головним чином багатоквартирні будинки, у яких мешкають кінцеві споживачі, тобто особи, які використовують теплову енергію на підставі договору. Окрема квартира, (домогосподарство) з енерговведенням середньої потужності не менш ніж 11 кВт, і обладнана засобами виміру споживаної енергії, а також засобами активного споживача (квартирного активного споживача – КАС), утворює первинну комірку найнижчого і наймасовішого рівня тепломережі з боку споживання. КАС квартири, що обладнані КТП, технологічно згруповані в просторові надсистеми на рівнях стояка, поверху, будинку, кварталу та у сукупності утворюють потужну теплотехнічна система побутового енергопостачання України. Її потенційна ("встановлена") потужність оцінюється величиною ≈ 165 ГВт. Найбільші витрати первинних енергоресурсів (ПЕР) спостерігаються в теплотехнічній системі побутового енергопостачання України і перевищують витрати ПЕР в будь-якому іншому секторі економіки України.

У ЗУ "Про теплопостачання", а також у ДБН "Теплові мережі" за фактором потужності джерела теплової енергії розрізняють на такі чотири системи:

– система автономного теплопостачання (САТ): внутрішньобудинкова система опалення, для теплозабезпечення окремого багатоквартирного будинку;

– система децентралізованого теплопостачання (СдЦТ): сукупність джерел теплової енергії (місцевих або групових котелень) потужністю від 1 до 3 Гкал/год ($1,16 \div 3,49$ МВт) є вузлом місцевих (розподільчих) теплових мереж;

– система помірно-централізованого теплопостачання (СпЦТ): сукупність джерел теплової енергії (квартирних котельнь) потужністю від 3 до 20 Гкал/год (3,49÷23,3 МВт) є вузлом магістральних та/або місцевих (розподільчих) теплових мереж.

– система централізованого теплопостачання (СЦТ) – це сукупність джерел теплової енергії (ТЕЦ та районних котельнь), магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мереж, що технологічно об’єднані між собою та використовуються для теплозабезпечення споживача, населеного пункту, яка включає системи децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання.

Магістральна тепла мережа – це комплекс трубопроводів (теплопроводів) і споруд, що забезпечують транспортування теплоносія від джерела теплової енергії до теплових пунктів та (або) розподільної теплової мережі. Відповідні трубопроводи зі спорудами на них забезпечують транспортування теплоносія від центрального теплового пункту до теплового вводу споживача.

В масштабах країни в СПТ України головна роль належить системам централізованого опалення та ГВП багатоповерхових будинків. В них мешкає приблизно дві третини населення України. В системах побутового теплопостачання міського та районного масштабу витрачається приблизно 30-40 % усього національного балансу ПЕР. Подібна картина загального постачання первинної енергії характерна не тільки для України, але і для більшості країн-членів ЄС. Отже, СПТ України, подібно об’єднаній електроенергосистемі України, також має мережеву структуру.

Більша частка існуючих СЦТ України належить, як вже зазначалося, до СЦТ другого – третього покоління. В них здійснюється контроль теплогідравлічних режимів опалення багатоквартирних будинків за температурними графіками від 150÷70 °С до 90÷70 °С при якісному регулюванні. Робочі параметри СЦТ досить напружені. Так, максимальна

температура мережевої води, що повертається в котельні установки, з урахуванням технічної характеристики котлів, як правило, приймається 70 °С. При цьому в розподільчих мережах після центрального тепlopункту проектний тиск складає $p \leq 0,6$ МПа (тестовий – до 1,0 МПа). Статичний тиск в системах тепlopостачання має бути таким, щоб трубопроводи теплової мережі, а також усі безпосередньо приєднані системи теплоспоживання були заповнені. Вказаний статичний тиск не повинен перевищувати допустимих величин для трубопроводів, джерел теплової енергії, теплових мереж і теплових пунктів та інших безпосередньо приєднаних підсистем теплоспоживання.

Під час роботи водяних теплових мереж для запобігання закипання води при її максимальній температурі значення тиску в будь-якій точці лінії подачі, в трубопроводах і обладнанні джерела тепlopостачання, теплових пунктах і в верхніх точках безпосередньо приєднаних систем теплоспоживання повинно перевищувати значення тиску закипання води не менше ніж на 0,05МПа.

Крім того СЦТ України обтяжені рядом проблемних питань, рішення яких мають бути терміново знайдені. Особливо критичною є вимога енергетичного переходу (у напрямі низьковуглецевих ПЕР). Отже, внаслідок складності, зумовленої наявністю багаторівневої структури, регіональних відмінностей і особливостей, фізичного та морального зносу, великої енерго-, матеріалоємності, малої енергоефективності, актуальним є завдання пошуку раціональних варіантів модернізації СЦТ до рівня 4GDH і вище.

Література

1. Клименко В.Н., Мазур А.И., Сабашук П.П. Когенерационные системы с тепловыми двигателями: справочное пособие: [в 3 ч., ч. 1: Общие

- вопросы когенерационных технологий. К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2008. 560 с.
2. Басок Б.И., Резакова Т.А., Коломейко Д.А., Матвеев Ю.Б. Когенерация в децентрализованной и возобновляемой энергетике. Киев, 2013. 408 с.
 3. Ширакс З. Э. Теплоснабжение. М.: Энергия, 1979. 256 с.
 4. Fialko N. M., Tymchenko N. P., Sherenkovskiy Ju. V. Fourth Generation of District Heating and Centralized Heating Supply Systems of Ukraine. International Conference Current Issues of Civil and Environmental Engineering. CEE 2019: Proceedings of CEE. 2019. Lviv-Košice-Rzeszów, P. 74–86. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_10
 5. Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Особливості системи централізованого теплопостачання України у складі гібридної системи електрозабезпечення для перспективної системи ОЕС України–ENTSO-E. Міжнародна мультидисциплінарна конференція «Наука і техніка сьогодення: пріоритетні напрямки розвитку України та Польщі» м. Воломін, 19-20 жовтня 2018 р. С. 108-111.
 6. Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Про необхідність розроблення методики інтегрування бівалентних смарт-модулів гібридної системи електротеплозабезпечення та перспективної ОЕС України–ENTSO-E. Сборник трудов «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики» Институт промышленной экологии. К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2018. С. 107-111.
 7. Khalatov A.A., Fialko N.M., Tymchenko N.P. Energy security of Ukraine: Methodological foundations for assessing the level of security and a comparative analysis of the current state. Thermophysics and thermal power engineering. 2020. Т. 42. № 2. С. 18-30. doi: <https://doi.org/10.31472/tpe.2.2020.2>
 8. Фіалко Н.М., Тимченко М.П., Халатов А.А., Шеренковський Ю.В. Інтелектуальні енергетичні системи теплозабезпечення будівель.

Вісник Національного університету Львівська політехніка. Теорія і практика будівництва. 2016. № 844. С. 203-209.