

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*

**ЕВОЛЮЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ЧОТИРЬОХ ПОКОЛІНЬ СИСТЕМ
ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
EVOLUTION OF THE CONCEPT OF FOUR GENERATIONS OF
CENTRALIZED HEAT SUPPLY SYSTEMS**

***Анотація.** Наводиться характеристика чотирьох поколінь систем централізованого теплопостачання. Висвітлюються особливості їх типових компонентів. Особлива увага приділяється розгляду систем централізованого теплопостачання четвертого покоління, яка сприяє розвитку стійких енергетичних систем.*

***Ключові слова:** системи централізованого теплопостачання, еволюція систем централізованого теплопостачання, енергоефективність.*

Summary. *The characteristics of four generations of district heating systems are given. The features of their typical components are highlighted. Particular attention is paid to the consideration of fourth generation district heating systems, which contribute to the development of sustainable energy systems.*

Key words: *district heating systems, evolution of district heating systems, energy efficiency.*

Необхідною умовою стійкого світового розвитку є підйом вуглецево-нейтральної економіки. Це потребує реалізації стратегії енергетичного переходу від спалювання традиційних вуглецевмісних палив до «зеленої» енергетики. Найбільш енерговитратним в структурі енергоспоживання є, як відомо, житлово-комунальний сектор, що вимагає його реформування в контексті «Зеленої угоди ЄС». В Україні домінуюча роль у забезпеченні тепловою енергією житлово-комунального сектору належить системам централізованого теплопостачання (СЦТ) [1-4].

Етапи або покоління розвитку централізованого теплопостачання відрізняються рівнем ефективності використання енергії в системі, ступенем контролю кожної з її ланок та гнучкістю реагування на зміни можливостей постачання та попиту.

Данським вченим Хенріком Лундом у 2014 р. запропоновано схему еволюції СЦТ (рис. 1). Майже стоп'ятдесятирічний період розвитку СЦТ було поділено на 4 етапи, яким відповідають чотири покоління СЦТ. Рисунок 2 ілюструє інтерпретацію вказаної схеми.

Наведемо коротку характеристику кожного з чотирьох поколінь систем централізованого теплопостачання (СЦТ).

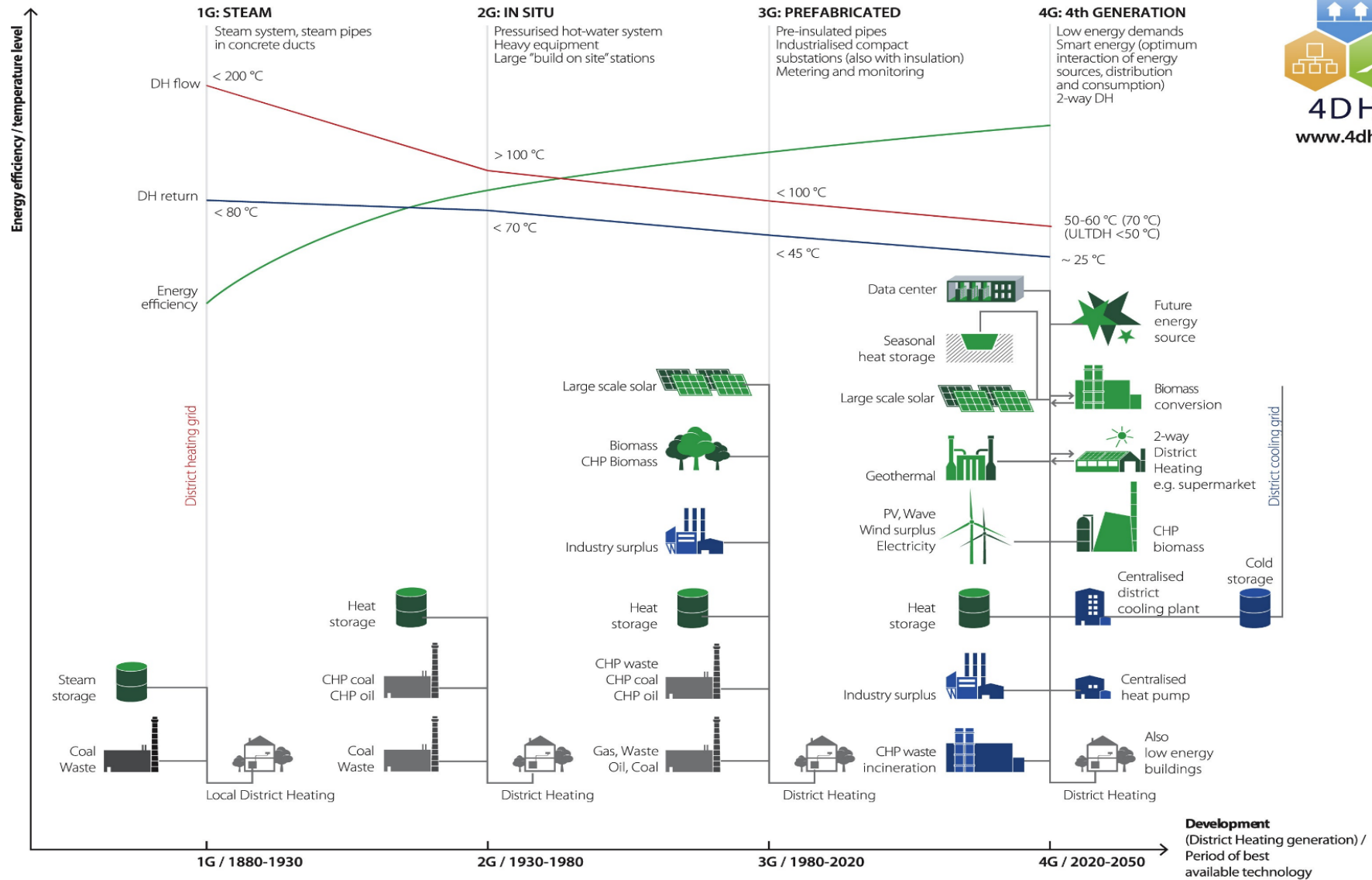


Рис. 1. Еволюція систем централізованого опалення від 1GDH до 4GDH

Система першого покоління (1G-DH) використовувала пару як теплоносії. Пара конденсувалася в радіаторах споживачів. Типовими компонентами системи були паропроводи в бетонних каналах, конденсатовідвідники та компенсатори. Висока температура пари призводила до значних втрат тепла та нещасних випадків. Зворотні труби з конденсатом інтенсивно кородували, спостерігалися великі витіки. Мотивація: у свій час 1G-DH успішно замінили окремі котельні в багатоквартирних будинках (БКБ).

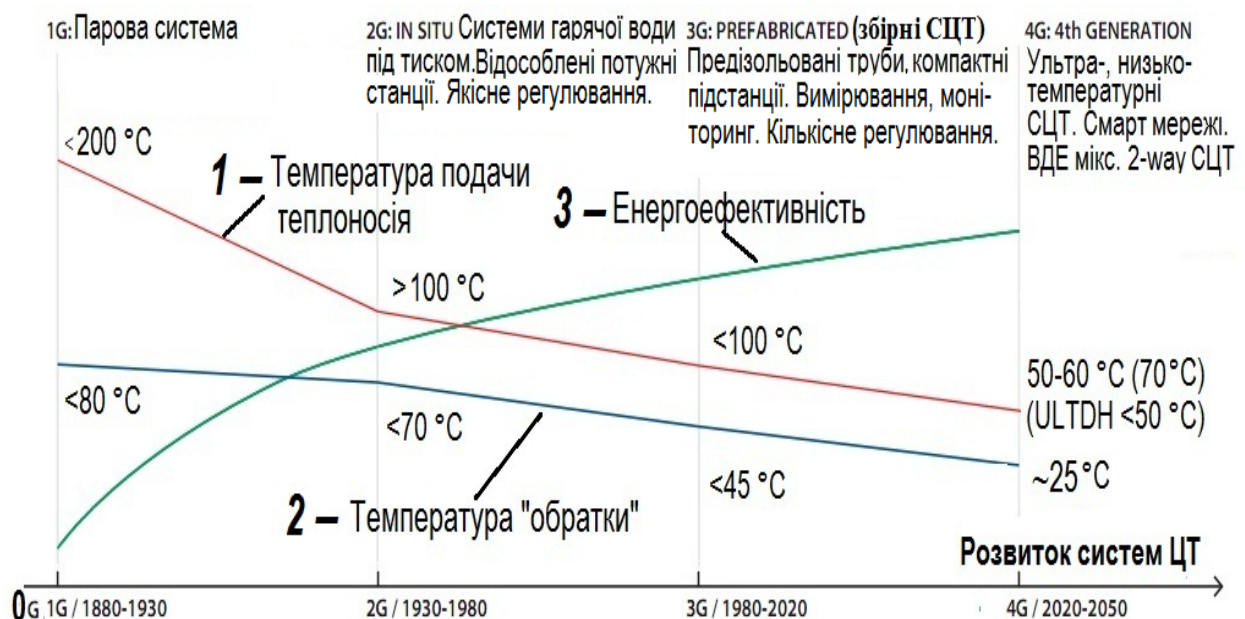


Рис. 2. Еволюція концепції чотирьох поколінь СЦТ: характерні зміни температур теплоносія в подавальному й зворотньому трубопроводах СЦТ (криві 1, 2) та енергоефективності процесів теплопостачання (крива 3) на різних етапах розвитку СЦТ [5]

В системі другого покоління (2G-DH), як теплоносії, використовується гаряча (>100 °C) вода під тиском. Типовими компонентами були труби з водою, прокладені в бетонних каналах; великі важкі кожухотрубні теплообмінники, запірно-регулююча арматура з невисоким рівнем автоматизації. Мотивація використання полягала в

економії палива за рахунок ТЕЦ, різкого підвищення рівня комфорту у порівнянні з пічним опаленням. В останні роки рівень автоматизації підвищився, обов'язковим стало підключення БКБ через централізовані та індивідуальні теплові пункти. Зважаючи на масштаби розповсюдження та домінування якісного способу регулювання тепlopостачання ці 2G-DH умовно можна назвати "радянськими" на відміну від систем третього покоління (3G-DH), які одержали назву "скандинавських".

Система 3G-DH відповідає етапу, названому «prefabricated», тобто характерному, по-перше, для збірно-блочного житлового будівництва і, по-друге, з будинковими системами опалення, змонтованими із стандартизованих секцій, виготовлених заздалегідь на промислових підприємствах з наступним надсиланням до кінцевого місця остаточної збірки. В 3G-DH, також як і у 2G-DH, теплоносієм є вода під тиском, але регулювання здійснюється кількісним або якісно-кількісним методом. Типові компоненти – збірні комплекти обладнання; попередньо ізольовані заглиблені в землю труби; компактні підстанції, що використовують пластинчасті теплообмінники з нержавіючої сталі, а також нематеріаломісні компоненти. 3G-DH технологія використовується у всіх нових системах КНР, Кореї, Європі, США та Канаді і домінує при модернізації основної кількості СЦТ у Центральній та Східній Європі, Росії, Україні. Основна мотивація 3G-DH – енергоефективність, пов'язана з ТЕЦ та заміною нафти, природного газу на місцеві та/або дешевші види палива, такі як все в меншій мірі вугілля, в більшій – біомаса та інші відновлювані джерела енергії (геотермальне і, особливо, сонячне тепло).

Основною відмінною рисою системи четвертого покоління (**4GDH**) є те, що в теплогенеруючих установках використовуються головним чином низькоенергетичні – відновлювані (сонячна, вітрова, біопаливна та ін.) та нетрадиційні (скидна теплота, сміття) джерела енергії. Вважається, що 4GDH є високоефективними СЦТ. При цьому її робочі теплові та гідравлічні

режими характеризуються помірними параметрами. Для регулювання теплопостачання, зокрема, – опалення, використовують кількісний, а в деяких випадках якісно-кількісний режими подачі теплоносія. 4GDH є подальшою еволюцією 3GDH, яка вирізнялася температурою води в подавальній трубі набагато нижче 100 °С. Це дозволило не тільки розширити спектр ВДЕ, але і використати сталеві попередньо ізольовані труби з безканалною прокладкою теплотраси безпосередньо у ґрунті. Помітно знижена температура мережі підвищила ефективність розподілу за рахунок зниження температурного перепаду між теплоносієм і довкіллям. Доступною стала утилізація високотемпературної скидної теплоти від ВДЕ та від промислових процесів.

Головною особливістю еволюції 4GDH є послідовне зниження температурного рівня теплоносія (до 60–70 °С), який максимально наближений до фактичної потреби підключених опалювальних приладів кінцевих користувачів; збільшення енергоефективності за рахунок використання інтелектуальних інтегрованих енергетичних систем. 4GDH здатні використати нові джерела надлишкової теплоти – від великих торгових та розважальних центрів, дата-центрів тощо.

В дану концепцію входить також централізоване охолодження, яке розглядається як інтегрована частина 4GDH; однак термінологічно це не відображено. У статті [5], де була викладена концепція 4GDH, відмічається, що її мета «полягала в тому, щоб вирішити проблеми та визначити засоби досягнення майбутнього постачання тепла на основі відновлюваної енергії як частини впровадження загальних стійких енергетичних систем». 4GDH визначається як «узгоджена технологічна та інституційна концепція, яка за допомогою інтелектуальних теплових мереж сприяє належному розвитку стійких енергетичних систем».

Література

1. Тимченко М.П., Фіалко Н.М. ВДЕ-генерація та системи теплопостачання житлово-комунального господарства України. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XX міжнародної науково-практичної конференції. 2019. С. 42-47.
2. Стан та шляхи розвитку систем централізованого теплопостачання в Україні. В 2-х книгах. Книга 1. / І.М. Карп, Є.Є. Нікітін, К.Є. Півних та ін. К.: Наукова думка. 2021. 264 с.
3. Тимченко Н.П., Фіалко Н.М. Централизованное отопление в Украине и система 4G-DH. Intellektuelles Kapital - die Grundlage für Innovative Entwicklung Intellectual Capital is the Foundation of Innovative Development Monographic series «European Science». Book 6. Part 3. ScientificWorld-NetAkhat AV. Karlsruhe 2021. P. 78-87.
4. Фіалко Н.М., Тимченко М.П. Енергокліматична безпека і системи енергозабезпечення житлового сектору. EcoComfort 2022: Proceedings of EcoComfort. 2022. P. 76–82. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-14141-6_8
5. Thorsen J. E., Lund H., Mathiesen B. V. Progression of District Heating – 1st to 4th generation. URL: https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/280710833/1_4GDH_progression_revised_May2018.pdf