

УДК 620.31

С.В.Дубовський, докт.техн.наук, **О.С.Твердохліб** (Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ),
П.П.Куделя, канд.техн.наук (Національний технічний університет України "КПІ", Київ)

Стан, перспективи і проблеми розвитку централізованого теплохолодопостачання

У світлі концепції глобального потепління розглянуто світові тенденції практичного використання енергоефективних систем централізованого холодопостачання житла на основі комбінованого виробництва декількох видів енергії (полігенерації) із залученням ВДЕ та ВТЕР. Надано класифікацію таких систем. На прикладі м. Києва виконано оцінки перспективного попиту на холод для систем кондиціонування приміщень. Розглянуто концептуальні варіанти реалізації міських систем централізованого теплохолодопостачання з огляду на можливість зниження рівня споживання палива, викидів парникових газів, підвищення рівня завантаження енергетичного обладнання, вирішення проблем антипікового управління електропостачанням. Визначено актуальність подальших досліджень таких систем з використанням удосконалених методів об'єктивного обчислення енергоємності і вартості теплоти холоду і енергії в умовах їх комбінованого виробництва.

Ключові слова: полігенерація, системи централізованого виробництва теплоти і холоду, ТЕЦ, теплонасосні станції, фанкойл, градус-години.

Ввиду концепції глобального потепління рассмотрены мировые тенденции практического использования энергоэффективных систем централизованного хладоснабжения жилья на основе комбинированного производства нескольких видов энергии (полигенерации) с привлечением ВИЭ и ВТЭР. Представлена классификация таких систем. На примере г. Киева выполнена оценка перспективного спроса на холод для систем кондиционирования помещений. Рассмотрены концептуальные варианты реализации городских систем централизованного теплохладоснабжения, учитывая возможность снижения уровня потребления топлива, выбросов парниковых газов, повышения уровня загрузки энергетического оборудования, решения проблем антипикового управления электроснабжением. Определена актуальность дальнейших исследований таких систем с использованием усовершенствованных методов объективного вычисления энергоёмкости и стоимости теплоты холода в условиях их комбинированного производства.

Ключевые слова: полигенерация, системы централизованного производства теплоты и холода, ТЭЦ, теплонасосные станции, фанкойл, градус-часы.

В останні роки у промислово розвинутих країнах світу спостерігається чітка тенденція щодо прискореного впровадження систем комбінованого виробництва кількох корисних видів енергії – електричної енергії, теплоти різного температурного потенціалу з їх доповненням виробництвом холоду. Розвиток таких систем, які характеризуються узагальненим терміном "полігенерація", спричиняється багатьма факторами, одним із яких є глобальне потепління клімату.

За даними звіту Робочої групи експертів Міжурядової комісії зі зміни клімату [1], фіксується прискорене зростання середніх температур планети. Динаміку кліматичних зрушень, які відбулися останнім часом, наочно ілюструє графік часових змін температури повітря Північної півкулі за останні 1000 років (рис. 1). Він

свідчить, що підвищення середньої температури повітря за швидкістю і величиною наростання виходить за межі оцінок природних флуктуацій, пов'язаних із зовнішніми чи внутрішніми природними факторами (зміною сонячної активності, вулканічної діяльності тощо).

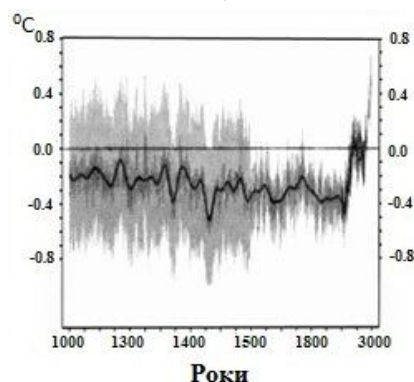


Рис. 1. Графік зміни у часі температури повітря Північної півкулі за останні 1000 років порівняно із середньою її величиною за 1961-1990 рр. [1].

Вплив глобального потепління спричиняє, з одного боку, все більш помітне зростання мінімальних і середніх температур та зниження тривалості опалювального сезону, а з іншого – призводить до відповідного зростання максимальних і середніх температур літнього періоду.

Це викликає зниження попиту на опалення взимку і, відповідно, зростання попиту на холод влітку. Кондиціонування приміщень поступово перетворюється з предмету розкоші у нагальну необхідність [2].

Оснащення існуючих та нових приміщень системами літнього кондиціонування, зростання потреб у холоді для виробництва і зберігання харчових та інших видів продукції потребує створення все більш масштабної індустрії холоду. Сьогодні основні потреби ЖКГ у холоді покриваються повітряними кондиціонерами, кількість і встановлена потужність яких невідомо зростає. Розбудова і задоволення потреб таких систем в енергії викликає помітне зростання витрат первинної енергії, викидів парникових газів, вносить небажане зростання кліматично залежної частини попиту на електричну енергію. Це ускладнює роботу електроенергетичної системи і обходиться значними коштами.

Суттєво послабити проблеми холодопостачання ЖКГ дозволяє впровадження систем централізованого виробництва холоду в комбінації з виробництвом теплоти, електричної енергії тощо, а також залучення природних і вто-

ринних ресурсів теплоти і холоду. За оцінками експертів Європейської Комісії (ЕК), такі системи дозволяють у 5-10 разів знизити витрати на холодопостачання порівняно з індивідуальними кондиціонерами [2].

Наслідки глобального потепління в першу чергу торкнулися країн із жарким кліматом, які і без того мали проблеми з кондиціонуванням ЖКГ. Тому не дивно, що системи централізованого виробництва теплоти і холоду (СЦТХ) вперше з'явилися у Японії, де зазначені проблеми поєднуються з низьким рівнем самозабезпечення первинною енергією. Згодом їх досвід був запозичений та впроваджений у промислових масштабах у країнах Близького Сходу та США.

Першу промислову систему централізованого тепло- та холодопостачання ділового кварталу міста Осака було впроваджено фірмою SHINRYO CORPORATI ще у 1970 році на базі газопоршневих когенераційних установок [3]. Успішний досвід використання спільно з високою ефективністю роботи системи привели до швидкого поширення цих технологій не тільки в Японії, але й у світі в цілому.

Станом на 2011 рік встановлена холодильна потужність СЦТХ світу досягла рівня 32 ГВт [4]. Найбільшого розвитку (в абсолютному вимірі) такі системи досягли у країнах із жарким кліматом – США, ОАЕ, Японії. Однак в останні роки СЦТХ почали впроваджуватися також і в країнах Європи (рис. 2).

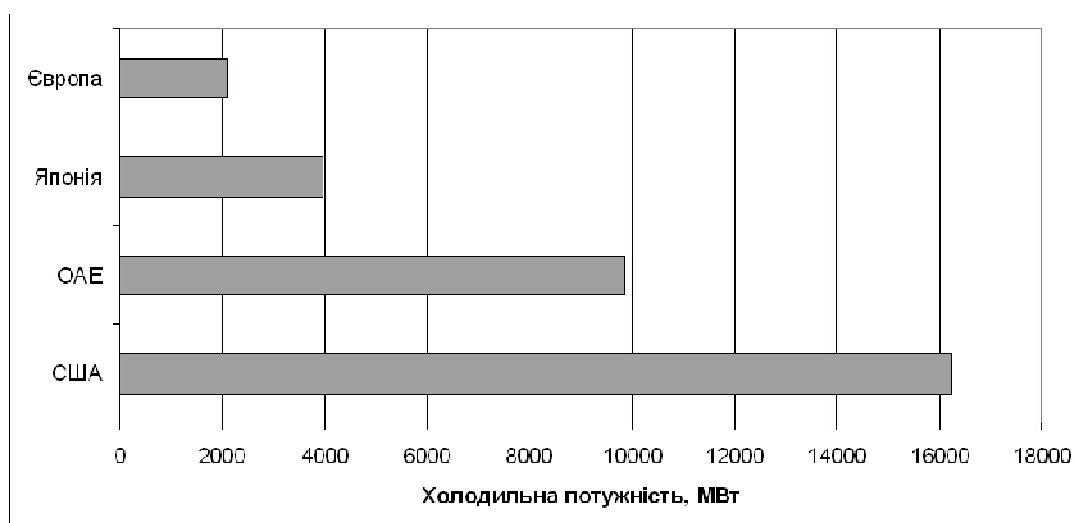


Рис. 2. Встановлена холодильна потужність систем централізованого холодопостачання країн світу в 2011 р. (за даними [4]).

Окрім кліматичних факторів, цьому сприяє практично доведена можливість залучення до СЦТХ вторинних, природних та відновлюваних джерел теплоти і холоду [2].

Не дивлячись на помітний рівень встановленої потужності, питома вага СЦТХ у задоволенні потреб тепло- і холодопостачання країн Європи не перевищує сьогодні 1%. Однак за оцінками Європейської Комісії такі системи вже до 2030 року зможуть забезпечувати до 50% перспективних потреб країн Європи у теплоті і до 25% – у холоді для потреб житлового і громадського будівельних фондів [2].

Тепло- і холодопостачання приміщень відволікає на себе близько 50% первинної енергії, що споживається у країнах Європи. Тому масштабне впровадження СЦТХ на основі полігенерації і залучення вторинних та відновлюваних ресурсів розглядається Єврокомісією як ключовий напрям переходу до сталого розвитку на основі безвуглецевої енергетики, незалежної від імпортерів [2].

За оцінками розробників Технологічної платформи із впровадження СЦТХ згідно відповідних директив ЄК, впровадження СЦТХ дозволить у 2020 році на 9,3% зменшити парникові викиди систем централізованого теплопостачання (тобто на 113 млн т в.е.), ще на 40-50 млн т в.е. скоротити викиди систем кондиціонування приміщень, знизити споживання первинної енергії на 595 ТВт·год/рік [2].

Головними стимулами до впровадження СЦТХ є наявність стійкого попиту на холод і можливість його задоволення з прийнятними витратами. Така можливість виникає, зокрема, в разі розширення функцій існуючих систем централізованого теплопостачання із впровадженням виробництва холоду. Згідно [2], виробництво холоду СЦТХ на 75% знижує витрати первинної енергії порівняно з індивідуальними кондиціонерами, забезпечуючи загальну економію інвестицій обсягом 30 млрд євро. Не менш важливо, що впровадження холодопостачання дозволяє також підвищити ритмічність роботи СЦТ упродовж року.

Важливий вплив на впровадження СЦТХ створюють обмеження, пов'язані із впливом кондиціонування на роботу електроенергетичної сис-

теми. Загалом у світі на ці потреби витрачається до 10% електричної енергії. У США, Японії та ОАЕ, де кондиціонування охоплено близько 80% громадських та комерційних споруд, ці витрати становлять до 17% від загального електроспоживання, справляючи значний вплив на нерівномірність роботи енергосистем.

У країнах ЄС планується розширення систем кондиціонування громадського і комерційного фонду до 60%, що зумовить зростання кліматичної залежності електроспоживання на 15%. У таких країнах як Іспанія, Італія, Греція внаслідок зростання відсотка охолоджуваної площі очікується зростання загального попиту на електричну енергію для кондиціонерів на 30-50%, що викличе переміщення пікового періоду енергетичної системи із зими на літо. Зосередження холодильної потужності на СЦТХ надає додаткові можливості для антипікового управління їх роботою [2].

Фактичний поділ встановленої холодильної потужності СЦТХ по країнах Європи (рис. 3) показує, що, крім Франції, де сильно проявляють себе кліматичний фактор і обмежені регулюючі можливості енергосистеми з високим рівнем низькоманеврених АЕС, високий рівень холодильної потужності досягнуто в країнах із розвиненим централізованим теплопостачанням від ТЕЦ і теплових насосів, переобладнання яких на виробництво холоду здійснюється відносно легко.

З огляду на різноманітність практичної реалізації існує можливість виконати певну класифікацію систем полігенерації за наступними ознаками:

1. За розміщенням джерела полігенерації по відношенню до споживачів вони поділяються за тими ж ознаками, що й системи теплопостачання:

- централізовані;
- децентралізовані;
- індивідуальні.

2. За способом виробництва кінцевих продуктів вони можуть бути поділені на системи:

- з розділеним виробництвом кінцевих продуктів;
- із сумішеним виробництвом кінцевих продуктів;
- з комбінованим виробництвом кінцевих продуктів.

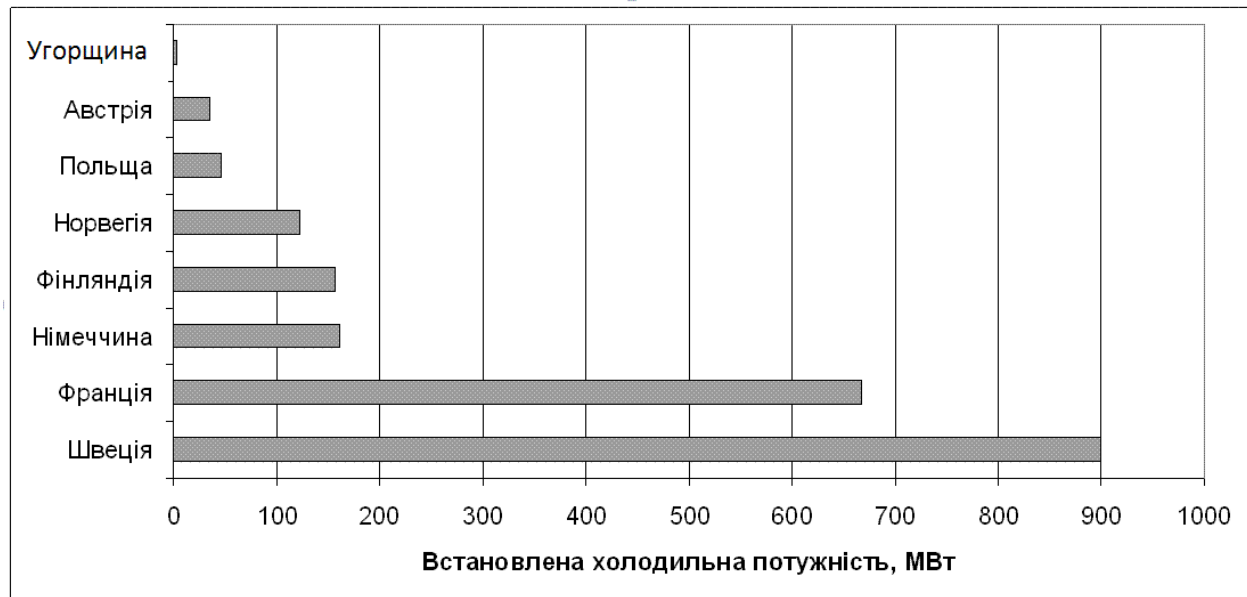


Рис. 3. Встановлена холодинна потужність систем централізованого холодопостачання країн Європи у 2011 р. (за даними [4]).

3. За періодичністю виробництва вони поділяються на системи:

- із сезонним виробництвом кінцевих продуктів;
- з одночасним виробництвом кінцевих продуктів.

4. За типом технології розрізняють системи полігенерації на базі:

- когенераційних установок;
- великих ТЕЦ;
- теплонасосних станцій (ТНС).

5. За видом приводної енергії розрізняються системи з використанням:

- органічного палива;
- відновлюваних джерел енергії (ВДЕ);
- вторинних теплових ресурсів;
- природних джерел теплоти і холоду;
- змішані системи з використанням частки або всіх перелічених джерел.

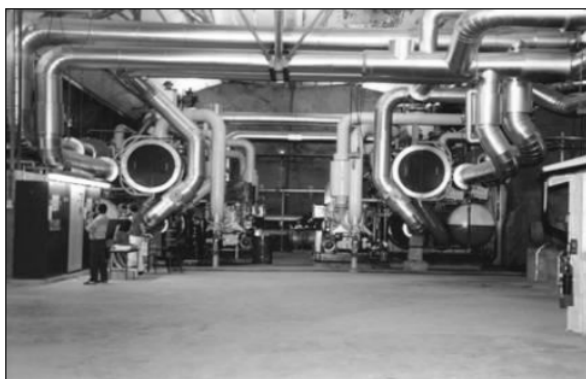
Економічна ефективність систем холодопостачання, як і теплостачання, зростає по мірі просторової концентрації відповідних навантажень. Тому системи СЦТХ найбільш доцільно розвивати на основі існуючих СЦТ за рахунок їх дооснащення тими чи іншими технологіями виробництва холоду. Особливої уваги заслуговує поєднання ТЕЦ із тепловим насосом типу тепло/холод з утворенням так званої теплохолодоцентралі (ТХЕЦ), де, окрім компресійних, можуть

успішно використовуватись абсорбційні холодинні машини [5].

Зосередження виробництва холоду на ТЕЦ дозволяє більш ефективно вирішувати задачі їх участі в антипіковому управлінні навантаженнями енергетичної системи, позбавивши від хронічного недоліку систем індивідуального кондиціонування повітря з хаотичним характером споживання електричної енергії.

На даний час найбільш поширеним є комбіноване виробництво теплоти і холоду (КВТХ) на основі ТН типу тепло/холод, що працюють у сезонному режимі для централізованого забезпечення тепло- та холодопостачання споживачів. У холодний (зимовий) період року установками виробляється теплота, в теплий (літній) період року, коли різко зростає потреба в холоді, установки виробляють або лише холод, або теплоту і холод разом.

Довівши свою практичну значимість, КВТХ знаходить усе більше застосування в житловому господарстві. Наприклад, у норвезькій столиці Осло КВТХ вже більше 20 років на 80% забезпечує потреби житлового кварталу Sandvika в тепло- та холодопостачанні [6, 7]. В основі роботи системи лежить використання теплових насосів потужністю 6,5 МВт (4,5 МВт по холоду), що використовують низькопотенційну теплоту стічних вод (рис. 4).



а



б

Рис. 4. Централізоване тепло- та холодопостачання в житловому кварталі Sandvika (м. Осло) [6].

Використання чотиритрубних систем підключення шкіл, офісів та житлових будівель дозволяє централізовано забезпечувати постачання теплоти та холоду для кондиціонування повітря і звести до нуля використання децентралізованих систем кондиціонування повітря на базі побутових кондиціонерів.

Аналогічні приклади використання систем КВТХ, що працюють від теплоти стічних вод, мають місце в Швейцарії для забезпечення тепло- та холодопостачання головного офісу медичної страхової компанії *Concordia* в Люцерні та побутових споживачів у Берні [6].

Ще одним різновидом систем КВТХ, що працюють на ВДЕ, є системи з використанням теплоти ґрунтових вод та морської води. Характерним прикладом є система КВТХ, реалізована на базі одного з найбільших резервуарів ґрунтових вод у Гардермуені [8]. Теплонасосні установки загальною потужністю 7,5 МВт (6 МВт по холоду) забезпечують потреби приміщення аеропорту Гардермуен в Осло в теплоті взимку та холоді влітку (рис. 5).

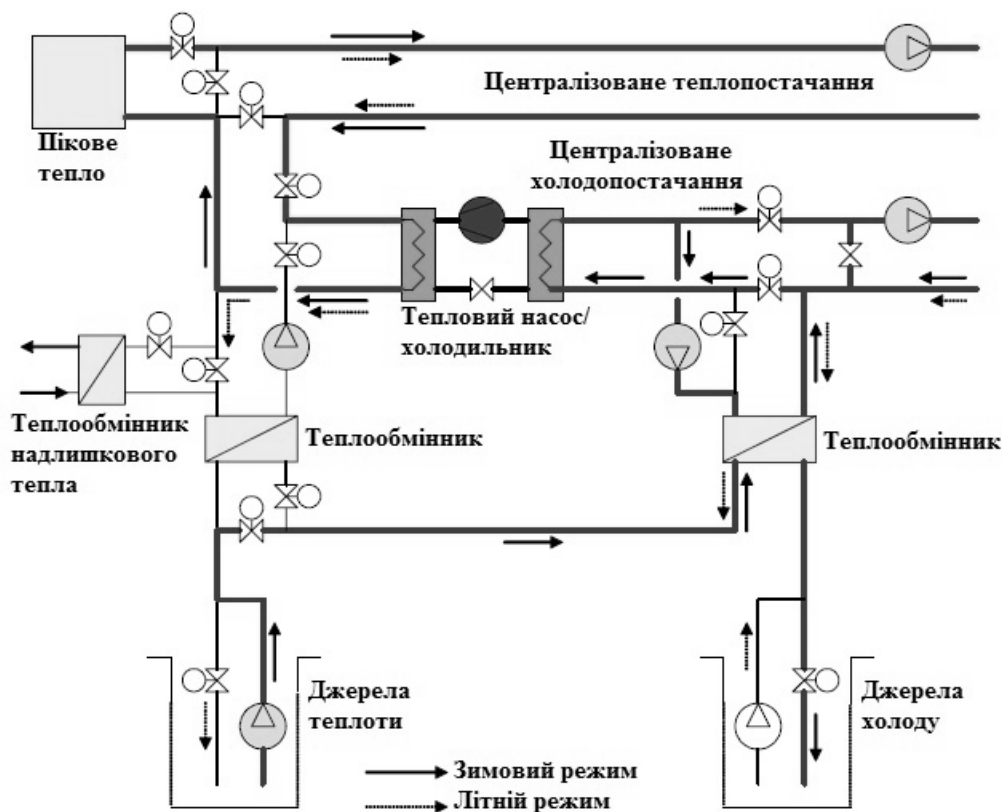


Рис. 5. Схема теплового насоса в Гардермуені.

КВТХ з використанням морської води для забезпечення централізованого теплопостачання, ГВП та холодопостачання працює в районі Форнебу в м. Осло, де знаходиться міжнародний аеропорт. Її загальна встановлена потужність складає 57 МВт, з яких 26 МВт припадає на тепловий насос, а інші 31 МВт – на дизельний електрогенератор [9].

Подібний спосіб централізованого холодопостачання застосований у м. Хельсінкі, де потреби в холоді на 80% забезпечуються за рахунок морської води та геотермальної енергії [9]. За даними товариства *Helsingin Energia*, що реалізує пілотний проект із холодопостачання, до 2015 року планується досягнути показників приєднаного навантаження на рівні 200 МВт.

Практичний досвід впровадження КВТХ показує, що їх використання у промислових масштабах доцільне на основі інтеграції теплових насосів з існуючими ТЕЦ.

Прикладом створення подібних установок можна вважати найбільшу ТНС Швеції, що є складовою частиною ТЕЦ *VARTAN*, розташованої в Стокгольмі. Встановлені там 6 теплових насосів *Unitop 50 FY* загальною тепловою потужністю 180 МВт мають холодопродуктивність на рівні 125 МВт і забезпечують споживачів центру Стокгольма теплою та холодом за допомогою незалежних транспортних мереж. За даними [10], фактичне виробництво холоду цією установкою в 2009 році становило 313 ГВт·год (269 тис. Гкал), що вкотре вказує на значні потреби в холоді навіть такого північного міста як Стокгольм.

Серед пропозицій щодо устрою КВТХ у країнах СНД слід відзначити проект організації тепло- і холодопостачання на базі ТЕЦ-1 і ТЕЦ-2 м. Кишинів [11] з використанням теплових насосів типу *SYBDH* для холодопостачання складів сільськогосподарської продукції.

Використання подібних систем можливе також для холодопостачання приміщень різного призначення, наприклад, для кондиціонування повітря житлових та громадських будинків, систем охолодження ДАТА-центрів, технологічного обладнання і дозволить використовувати теплову

енергію в теплий період року на рівні зимового споживання теплоти. Це підвищує ефективність використання палива та покращує техніко-економічні показники роботи ТЕЦ.

У Росії питання впровадження систем тригенерації вважається актуальним стосовно комерційних і офісних приміщень. Так, у м. Москва відомий приклад практичного впровадження систем тригенерації на базі електричних чілерів, встановлених на ТЕЦ "Міжнародна" з метою забезпечення споживачів ділового центру "Москва-Сіті" [9].

Планетарна тенденція кліматичних змін чітко проявляє себе і в Україні. За результатами регіональних досліджень за 95-річний період (1901-1995) у нашій країні спостерігається стійка і активна зміна основних кліматичних характеристик [1].

За даними вимірювань фіксується зростання середньої температури повітря на 1,1-2,8°C, зменшення кількості морозних днів у середньому на 5-10%. Повторюваність аномально високих середньомісячних температур до кінця ХХ ст. зростає у два-три рази порівняно з початком століття.

Це спричиняє зростання попиту на кондиціонери всіх типів, що чітко видно на прикладі виникнення ажіотажного попиту на них влітку найбільш теплого 2010 року. Загалом, за останні півтора десятиріччя оснащеність населення таким приладами зростає майже на порядок – з 1% у 2000 році до 9,5% у 2014 році. При цьому для великих міст цей показник у 2014 році склався на рівні 14,9% [12].

Поява стійкої потреби у кондиціонуванні житлових, громадських та офісних приміщень дозволяє вести мову про організацію систем централізованого виробництва теплоти та холоду і в Україні. Зважаючи на вищезазначену проблематику, розгляд доцільності впровадження систем холодопостачання на базі СЦТ м. Києва слід розпочати з дослідження кліматичних параметрів з метою вивчення перспективних потреб у холоді та можливого уточнення теплових потреб.

В питанні побудови теплових залежностей споживачів м. Києва за основу було прийнято ДСТУ-НБ В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматоло-

гія" [13]. В якості вихідних даних для розрахунку показників ДСТУ використано статистичну вибірку кліматичних факторів з 1961 по 2005 роки. Разом з тим, швидкі зміни клімату, що відбуваються в останні десятиріччя, зумовлюють необхідність уточнення цих даних з урахуванням прогнозу.

Основними кліматичними параметрами, що впливають на вибір встановленої потужності систем охолодження повітря та час її використання за холодильний сезон, вважаються наступні: максимальна розрахункова температура повітря; середня температура повітря холодильного сезону; розрахункова (базова) температура приміщень, що обслуговуються; тривалість холодильного сезону.

Загальну потребу в холоді для систем кондиціонування приміщень за календарний рік (холодильний сезон року) можна визначити за фактичними або прогнозними значеннями холодильних градус-годин за формулою:

$$Q_c = k_c F_c G_c. \tag{1}$$

Розрахункове або фактичне значення холодильних градус-годин за календарний рік або холодильний сезон ретроспективного періоду зручно визначати за фактичними даними метеоро-

логічних спостережень максимальної, мінімальної та середньої температури календарних діб року, або за відповідними усередненими значеннями (нормами) цих температур за певний період часу:

$$G_c = \sum_{i=1}^Z G_i, \tag{2}$$

де Z – загальна кількість діб року; G_i – добове значення градус-годин, що розраховується за формулами:

$$G_i = 24 \frac{T_{ci} - T_{mini}}{T_{maxi} - T_{mini}} (T_{maxi} - T_b), \text{ якщо } t_{maxi} > t_b;$$

$$G_i = 0, \text{ якщо } t_{maxi} \leq t_b,$$

де $T_{maxi}, T_{mini}, T_{ci}$ – максимальна, мінімальна і середня температура доби за даними метеорологічних спостережень; T_b – розрахункова температура у приміщенні, що приймається за базову.

Динаміку зміни градус-годин охолодження, розрахованих подібним чином за даними метеорологічних спостережень у м. Києві, наведено на рис. 6. З наведених даних можна оцінити швидкість зростання потреби в охолодженні за останні десять років.

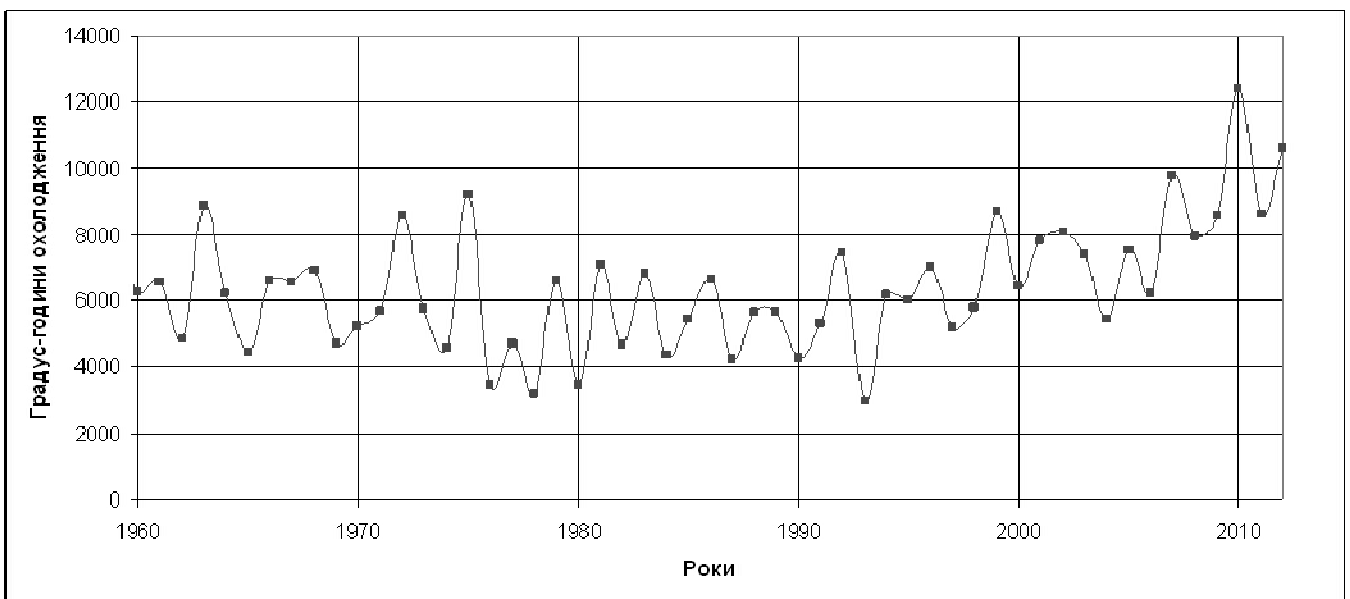


Рис. 6. Динаміка зміни градус-годин охолодження (за даними метеорологічних спостережень у м. Києві).

Відповідні розрахунки середніх значень градус-годин у залежності від періоду усереднення кліматичних даних (рис. 7) дозволяють встановити, що за десять останніх років кількість градус-днів охолодження за базою 20°C оцінюється у 8502 градус-години.

Максимальна температура повітря у м. Києві становила 39,48°C у 2010 р. Базове максимальне значення температури за даний період приймається рівним середньому значенню за п'ять найбільш теплих днів – воно становило 36,4°C.

У м. Києві станом на 01.01.2010 р. налічується 10966 житлових будинків загальною площею 70,7 млн м² та 22993 будівлі приватного сектору загальною площею 2,4 млн м².

Якщо вважати, що питомі втрати холоду на 1 м² охолоджуваної площі приміщень за вказаним базовим значенням температури повітря становлять 100 Вт (це значення звичайно приймається для оцінки потужності поквартирних кондиціонерів), то потрібну потужність системи охолодження всіх житлових приміщень м. Києва можна оцінити в 7,3 ГВт. Коефіцієнт втрат холоду оцінюється при цьому в 6,1 Вт/(м²·°C). Згідно з (1), річна потреба в холоді 1 м² площі житла становитиме 51,9 кВт·год/рік, а річна потреба всіх приміщень м. Києва – 3,7 млрд кВт·год/рік або 3180 тис. Гкал/рік.

Як можна бачити з табл. 1, це є зіставним із річним споживанням теплоенергії на гаряче водопостачання.

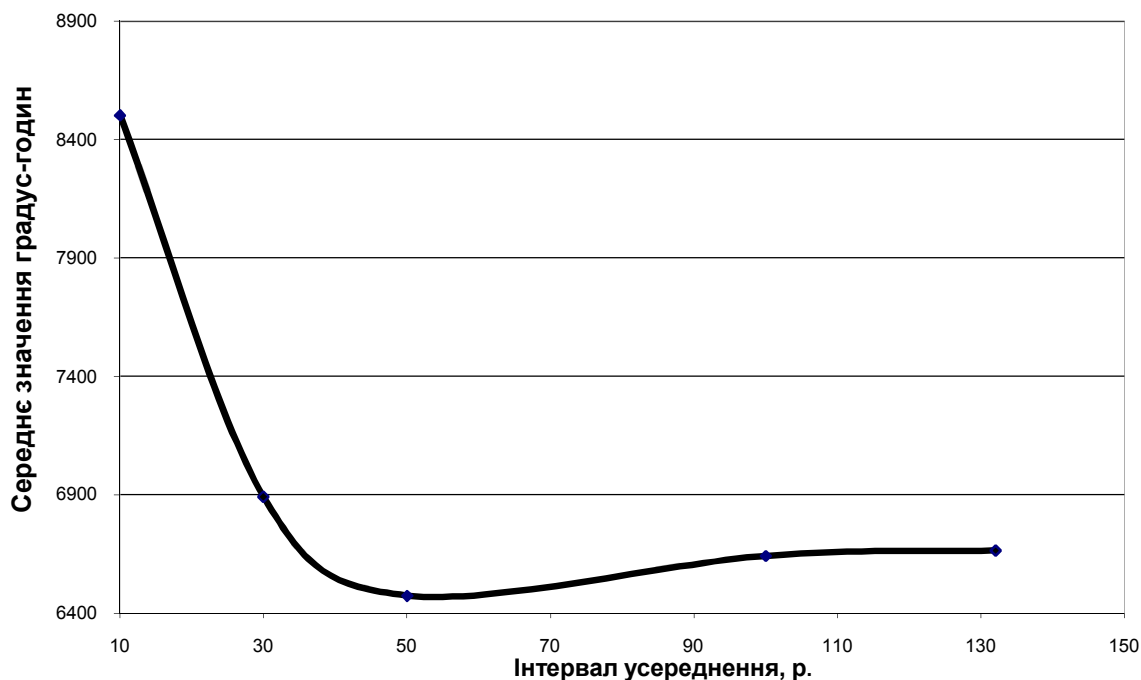


Рис. 7. Середнє значення розрахункової градус-години охолодження для м. Києва у залежності від періоду усереднення (розрахунок за даними кліматичних спостережень з 1881 по 2013 р.).

Таблиця 1. Споживання теплової енергії по зоні ПАТ "КИЇВЕНЕРГО" [14].

Рік	На опалення	На ГВП
	тис. Гкал	тис. Гкал
2007	5 736	4 077
2008	5 202	4 133
2009	5 411	3 985
2010	6 307	3 917
2011	5 928	3 986

Сьогодні потреба житлової площі у холоді частково вирішується за допомогою індивідуальних повітряних кондиціонерів, якими оснащено близько 15% квартир. Загальна чисельність кондиціонерів при цьому оцінюється у 550 тис. одиниць, їх середня холодильна потужність – у 2,5 кВт, а електрична потужність – в 1 кВт. Виходячи з цього, встановлена електрична потужність систем побутового кондиціонування повітря оцінюється у 500-600 МВт. Отже, рівень кліматично залежної потужності у м. Києві, навіть без врахування систем кондиціонування, широко розповсюджених у громадських, комерційних та офісних приміщеннях міста, вже сьогодні є порівняним з наявною потужністю найбільших електростанцій центральної енергетичної системи. Внаслідок відносно низької платоспроможності населення та існування прогресивної тарифної шкали на електричну енергію, ступінь використання цієї потужності є відносно невеликим і малопомітним на фоні загального побутового електроспоживання. Однак по мірі зростання добробуту населення у поєднанні з подальшим потепління клімату слід очікувати подальшого зростання як встановленої холодильної потужності кондиціонерів, так і рівня їх використання населенням.

У зв'язку з цим, вже сьогодні необхідно розглядати варіанти практичного впровадження СЦТХ на базі існуючих ТЕЦ із використанням споживачів-регуляторів з метою вирішення проблем антипікового управління електропостачанням міста, зниження рівня споживання палива і енергії на його тепло- і холодопостачання, зниження рівня викидів шкідливих і парникових газів цими системами на основі використання досвіду, накопиченого у країнах ЄС.

Аналізуючи світовий досвід та оцінку можливостей використання систем холодопостачання в Україні, можна запропонувати такі концептуальні рішення:

1. Розміщення на території ТЕЦ великих складських приміщень для зберігання харчової продукції (плодово-овочевої, м'ясо-молочної, рибної та ін.), регіональних ДАТА-центрів з організацією потужних акумуляторів холоду добо-

вої і тижневої ємності за прикладом відповідного проекту ТЕЦ у м. Кишинів, Молдова.

2. Впровадження мережі абсорбційних холодильних установок із живленням від існуючої теплової мережі ТЕЦ, призначених для організації холодопостачання крупних торговельних, адміністративних і житлових будинків, оснащених відповідними системами нагрівання/охолодження приміщень (фанкойлами) та двотрубними системами теплопостачання.

3. Впровадження чотиритрубних систем теплохолодопостачання з окремими мережами холодопостачання.

Із запропонованих варіантів найбільш сприятливою основою для масового впровадження централізованого теплохолодопостачання з найбільшим економічним, енергозберігаючим та екологічним ефектом є варіант створення незалежних систем транспорту теплоти і холоду.

Його здійснення буде найбільш ефективним за умови впровадження у житловому і комерційному секторі низькотемпературних приладів поквартирного опалення на основі обернених фанкойлів типу холод/тепло з незалежним підключенням до теплових мереж за двотрубною схемою з індивідуальними лічильниками витрат тепло- та холодоносіїв.

Це можна зробити в ході очікуваної реконструкції застарілого житлового фонду міста. У подальшому такі системи слід впроваджувати в новому будівництві з відповідним внесенням змін у нормативні документи, що регламентують діяльність щодо будівництва, а також реконструкції існуючого житлового фонду.

Подібні системи добре зарекомендували себе у багатьох офісних будинках м. Києва, наприклад, у торгово-офісному центрі "Палладіум Сіті" (рис. 8).

Однак означені системи поряд з перевагами мають і недоліки, тому їх впровадженню має передувати всебічний аналіз усіх можливих варіантів устрою системи з точки зору енергетичної ефективності, економічності, екологічності, технологічної здійсненності, ефективності управління та інвестиційної привабливості. Однією із задач, яку необхідно вирішити при цьому, слід

вважати визначення реальних витрат на виробництво теплоти і холоду при їх роздільному і комбінованому виробництві.



Рис. 8. Система опалення та кондиціювання приміщень на основі обернених фанкойлів у торгово-офісному центрі "Палладіум Сіті".

Висновки. 1. Підвищення середнього рівня температур внаслідок глобального потепління сприяє зростанню попиту на кондиціювання житлових і громадських приміщень не тільки в країнах із жарким кліматом, а й у помірних широтах, зокрема, в Україні, що спричиняє виникнення масштабного ринку холоду в секторі ЖКГ.

2. Досвід задоволення зростаючих потреб ринку побутового холоду на основі індивідуальних кондиціонерів виявив існування проблем, пов'язаних із нерациональним використанням інвестицій, антипіковим управлінням у системах електропостачання, зростанням вуглецевих викидів.

3. Рациональним шляхом вирішення зазначених проблем вважається широке впровадження систем централізованого постачання теплоти і холоду з використанням технологій комбінованого виробництва електричної енергії, теплоти і холоду (полігенерації) та залученням у такі системи природних і техногенних джерел теплоти і холоду, відновлюваних джерел енергії тощо.

4. Аналіз перспектив використання систем полігенерації в Україні на прикладі м. Києва вказує на існування значного потенціалу ринку холоду, рациональне задоволення якого можливе на основі розширення функцій існуючих систем централізованого теплопостачання.

5. Впровадження комбінованого тепло- і холодопостачання ЖКГ в умовах України потребує всебічного аналізу технологій здійснення таких систем з урахуванням реальної вартості виробництва та постачання теплоти і холоду.

1. Єремєєв В.М. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В.М. Єремєєв, В.В. Єфімов // Вісник НАН України. – 2003. – № 2. – С. 14–19.

2. *District Heating & Cooling. A VISION towards 2020 – 2030 – 2050. DHC TECHNOLOGY PLATFORM.– Colophon.- May 2009.-DHC+ TechnologyPlatform.* – P. 34.

3. *District heating and cooling systems. SHINRYO CORPORATY.* Режим доступу: <http://www.shinryo-international.com>.

4. *EuroHeat and Power. Statistics overview 2011.* Режим доступу: <http://www.euroheat.org/DHC---Statistics-4.aspx>

5. Долинский А.А., Драганов Б.Х. Комплексная система электротеплохладоснабжения на основе электрических станций и тепловых насосов // Пром. теплотехника. – 2011. – Т.33. – No. 4. – С. 77–81. – Библиогр.: 4 назв.