

# Електротеплозабезпечення житлово-комунального господарства України

Розинський Д. Й.  
НВП «Елетер», м. Київ

Тимченко М. П.  
ІТТФ НАН України, м. Київ

Громадський Ю. С.  
ВАТ «Київпромелектропроект», м. Київ

---

*Розглянуті питання, що виникають при глибокій електрифікації житлово-комунального господарства України, яка передбачає: створення теплофізичних засад електротепло-акумуляційної (ЕТА) технології електрокабельних систем обігріву (ЕКСО); їх практичну апробацію; нормативну підтримку ЕКСО; створення вітчизняної технічної бази, у тому числі найбільш кошовної складової - нагрівального кабелю різних типів та параметрів; різноманітних електричних виробів та засобів автоматики, у тому числі терморегуляторів; технологічної оснастки і т.п. Особлива увага приділяється доцільності цінової політики на електроенергію та енергоносії на період до 2030 р. Аналіз контрольних показників річного споживання теплової енергії, а також трансмісійних втрат через огороження, обладнані світловими прорізами (вікнами), підтверджує конкурентноздатність електроопалення у порівнянні із традиційною централізованою системою опалення, навіть за умови звичайних тарифів на електроенергію.*

Як у ході капітального будівництва, так і у процесі наступної багаторічної експлуатації споруд, у житлово-комунальному господарстві (ЖКГ) України витрачається велика частина паливно-енергетичних ресурсів

(ПЕР). Так, у 2005 р. планувалось спожити 210 млн. т умовного палива, що складає більше 50 % загалом в енергетиці, у тому числі – у теплоенергетиці – 24%; електроенергетиці – 27 %. Енергоефективність об'єктів ЖКГ опосередкованим чином характеризує загальну розвиненість країни і тому є одним із найважливіших техніко-економічних показників будівельної індустрії. Актуальність цього питання загострюється тим, що для України характерні високі абсолютні (що обумовлюється об'єктивно суворим кліматом) і питомі на одиницю продукції (у 2-3 рази вищі, ніж у країнах ЄС, що є суб'єктивною обставиною) витрати ПЕР на опалення. Також вже довгий час Україна перебуває у стані системної енергетичної кризи [1-5].

За усередненими даними щодо обсягів виробленої теплоти, структури використаних ПЕР впливає, що на відміну від електроенергетики<sup>1</sup>, більше половини теплоти виробляється на немережних підприємствах. Дані за попередні роки дають уявлення про ступінь децентралізації виробництва теплової енергії. Так, станом на 2000 р. (таблиця 1) загальне теплоспоживання в Україні становило 944,2 млн. ГДж і вже тоді було значно децентралізованим. Майже дві третини (61,2 %) виробництва теплової енергії забезпечували понад 100 тис. дрібних котельень. Решта теплової енергії вироблялась на 200 невеликих ТЕЦ (21,3 %) і близько 50 великих ТЕЦ (17,5 %). В таблиці 1 наведені дані про теплозабезпечення України у 2000 р.

Таблиця 1. Теплозабезпечення України у 2000 р.  
(усереднені дані за [4, 5])

Найменування показника	Одиниця виміру	Показник	Частка палива, %		
			прир. газ	рідке пал.	вугілля
1. Загальне теплоспоживання	млн. ГДж	944,2			
У тому числі:					
промисловість	млн.ГДж	334,2			
	%	35,4			
ЖКГ	млн.ГДж	412,6			
	%	43,7			
інші сектори	млн.ГДж	197,3			
	%	20,9			

<sup>1</sup> Електроенергія в основному виробляється на великих, об'єднаних у централізовану енергетичну мережу державного або наддержавного рівня електростанціях. Їх потужність складає 93,8 %, у тому числі ТЕС і ТЕЦ належить 57,9 %, АЕС 26,2 %, ГЕС та ГАЕС 9,7 %. Блок-станціям та іншим немережним джерелам електроенергії належить лише 6,2 %.

## Продовження таблиці

Найменування показника	Одиниця виміру	Показник	Частка палива, %		
			прир. газ	рідке пал.	вугілля
2. Виробництво теплоти на великих ТЕЦ	млн.ГДж	165,4	78	16,5	5,5
частка великих ТЕЦ у теплозабезпеченні	%	17,5			
3. Виробництво теплоти на дрібних ТЕЦ	млн.ГДж	201,0			
частка дрібних ТЕЦ у теплозабезпеченні	%	21,29			
4. Виробництво теплоти на дрібних котельнях	млн.ГДж	577,8	55	13,5	31,5
частка дрібних котельень у теплозабезпеченні	%	61,20			

Прямому обліку не піддається частина теплової енергії, яка виробляється індивідуальними (поквартирними) теплогенераторами: газовими, рідинними, твердопаливними котлами та побутовими печами. Вони задовольняють головним чином потреби житлово-комунальної сфери та сільського господарства. Як відомо, децентралізоване теплоспоживання у багатьох випадках є більш привабливим видом опалення у порівнянні з традиційним централізованим. Оскільки зараз спостерігається сильна позитивна динаміка тенденції самозабезпечення тепловою енергією, у найближчий час слід очікувати подальшого зростання децентралізації теплоенергетики.

У 2004 р. Верховною Радою України прийнято Закон України «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки» [6]. Чільне місце в цій програмі відведено питанню розвитку комунальної теплоенергетики України. Це пов'язано не лише з суто технічними чи технологічними існуючими проблемами, а і з соціальною значимістю комунальної теплоенергетики, оскільки її головним завданням є якісне надання населенню країни належних послуг гарячого водо- та теплопостачання.

У 2005 р. проблема енергоефективності ЖКГ України як внаслідок відомих політичних причин, так і прогресуючого дефіциту вуглеводневого палива в умовах неухильного зростання попиту на енергію, стала особливо актуальною. Зволікання з її вирішенням є прямою загрозою енергетичної безпеки країни, оскільки у більшості будівельних проєктів домінують інженерні рішення, побудовані на базі традиційних систем опалення, які, порівняно із сучасними інженерними системами життєзабезпечення, характеризуються великими втратами енергії у процесі її транспортування і використання у кінцевих споживачів. Пріоритетними вимогами до новітнього *Hi-Tech* теплозабезпечення у ЖКГ є значне зниження питомих витрат енергії при одночасному підвищенні екологічності, автономності, надійності, зручності в обслуговуванні. Окремим завданням є зниження абсолютних обсягів споживання природного газу на потреби ЖКГ в

умовах зростання енергоспоживання населенням, сфери послуг, промислового та сільськогосподарського виробництва. У ряді випадків мова йде про замінювання природного газу як базового первинного енергоносія при виробництві теплової енергії.

У [7, 8] були вперше розглянуті деякі техніко-економічні аспекти використання електрокабельних систем опалення при реконструкції споруд масових серій 60-70-х рр. У [9] було показано, що альтернативою теплофікаційного використання природного газу в умовах України (з її 50 % часткою атомної енергії в енергобалансі і значним дефіцитом самозабезпечення вуглеводневим паливом, який складає, наприклад, по природному газу 75... 78 %), є електроопалення, як подальше розширення електрифікації побуту. Тобто, одним із засобів підвищення енергоефективності об'єктів ЖКГ може стати техніко-економічно обґрунтоване розширення масштабів використання електричної енергії для теплозабезпечення та гарячого водопостачання (ГВП). Електротеплозабезпечення фактично перетворюється в один із видів децентралізованого теплозабезпечення, яке органічно включає в себе позитивні риси централізованого виробництва базової (електричної) енергії та мережного її розподілу. Розглянемо нові дані про можливість електрифікації побуту.

Причиною того, що в таблиці 1 відсутня графа «кількість теплової енергії, яка виробляється шляхом трансформації електричної енергії» є незначна (нижче порогу значимості, при якому цей показник може вважатися суттєвим для офіційної статистики) її величина. Але все таки досвід використання електроенергії у ЖКГ, соціальній сфері України існує. За деякими даними загальна величина встановлених потужностей електроопалення не перевищує 0,5 % від навантаження ОЕС. В основному ці електроустановки працюють у режимі прямого споживання електроенергії.

Комплектування об'єктів житла та соціальної сфери кухонними електроплитами, системами кондиціонування, електрокалориферами давно є поширеною практикою інженерного обладнання сучасних будівель. Середня встановлена поквартирна потужність традиційних електроустановок сягає 6 кВт [10]. Потужність системи опалення у середньоопалювальних умовах першої кліматичної зони для 3-х кімнатної квартири, наприклад, площею 120 м<sup>2</sup> із приведеним опором теплопередачі зовнішніх огорожень приблизно 3 (м<sup>2</sup>·К)/Вт, не перевищує 4 кВт [8, 10]. Таким чином, якщо наступним кроком електрифікації побуту вважати перехід до електричних систем опалення (з врахуванням оцінки коефіцієнту одночасності  $K_{од}$  ( $K_{од} \in [0,41; 0,52]$ ) при кількості жителів (квартир) від 100 до 400), за умови блокування одночасної роботи електроплити та іншого електрообладнання, встановлена потужність електроприймачів на вході у

житло не буде перевищувати 10 кВт<sup>2</sup>. Це відкриває перспективи широкого використання електричної енергії для забезпечення загальних житлових потреб не тільки у нових будинках, а і у спорудах існуючої забудови.

Очевидно, що розробка та впровадження електрообігріву у ЖКГ та АПК є комплексною проблемою, яку доцільно вирішувати на міжвідомчих та міжгалузевих засадах. Спроба стимулювати розвиток електроопалення лише одним засобом, навіть, економічним (наприклад тарифами) не набула сталої перспективи. Так, на початку 90-х років минулого століття був встановлений пільговий тариф 1 коп./кВт-год, внаслідок чого сільське побутове електроспоживання за два роки виросло (на фоні депресії виробництва) на 60 %. Така значна дешевизна електроенергії не змушувала сільських енергоспоживачів до застосування енергоефективних засобів та сучасних технологій електрообігріву. А навпаки, призвела до відверто безгосподарських засобів споживання електроенергії та її крадіжки. Подібна ситуація повторюється кожного осінньо-зимового періоду, коли нелегітимне споживання електроенергії на опалення, за деякими оцінками, зростає до 15 % від загального енергобалансу. Очевидно, необхідне запровадження додаткових дієвих заходів, у тому числі відповідного технологічного та техніко-нормативного забезпечення і підтримки електрообігріву, для досягнення системного (у ланцюзі «генеруючі потужності» – «ОЕС» – «споживач») енергоощадного ефекту. При розгляданні сучасного стану і перспектив застосування в Україні електроенергії у якості базового енергоносія при опаленні та гарячому водопостачанні у ЖКК і АПК постає блок питань, до яких слід підходити більш детально:

- електротеплоаккумуляційна (ЕТА) технологія електрокабельних систем обігріву (ЕКСО);
- технічна база ЕТА технології ЕКСО;
- економічний аспект впровадження ЕТА технології ЕКСО.

Розглянемо окремо зазначені напрями.

### **1. Енергоощадна технологія електротеплоаккумуляційного обігріву, її апробація**

На відміну від відомих технологій електрообігріву, які реалізовувались за допомогою традиційних електричних обігрівачів (повітряних, масляних, конвекторних та ін.) прямої дії, технологія ЕКСО, що пропонується, передбачає споживання електроенергії головним чином у години нічного

---

<sup>2</sup>За матеріалами Інституту «Укрсільпроект».

„провалу» навантажень електромережі. Трансформування електричної енергії у теплову здійснюється за допомогою спеціальних нагрівальних кабелів, вбудованих у будівельні конструкції (головним чином – у підлогу) будинків і споруд. Впродовж інтервалу „зарядки» тепла енергія у необхідній кількості накопичується у будівельних конструкціях і потім, після відключення від електромережі, витрачається на нагрівання приміщень більш-менш рівномірно в інтервалі „розрядки», у тому числі у години пікового та напівпікового навантаження електромережі. Для визначення матеріалів, конструкцій, технологічних режимів і регламентів, які забезпечують нормативний мікроклімат у приміщенні, що опалюється, був проведений необхідний обсяг наукових досліджень, які включали математичне моделювання, експериментальні, у тому числі натурні, дослідження; пілотне, а потім виробниче впровадження ЕТА-опалення [9, 11-17]. Крім того, розроблено ряд технічних проектів сучасних багатопверхових будинків, у яких передбачено стовідсоткове опалення та гаряче водозабезпечення на базі технології ЕКСО з використанням електроенергії для підігріву виключно у години нічного мінімуму.

Сферу використання ЕТА технологія ЕКСО складають об'єкти цивільного будівництва, у тому числі громадські будинки та споруди, будинки та споруди навчальних закладів та дитячих дошкільних закладів, заклади охорони здоров'я, житлові будинки та інші. Особливо широким меж може досягати застосування ЕТА ЕКСО у негазифікованих селах України, кількість яких за даними на 2003 р. оцінюється до 20 000 (або близько 70 % їх загальної кількості)<sup>3</sup>.

Крім шкіл, в цих селах розміщено близько 17 тис. фельдшерсько-акушерських пунктів, 19 тис. бібліотек. Обсяги державного, комунального та колективного житлового фонду у негазифікованих селах сягають майже 21 млн. м<sup>2</sup>. За різними оцінками потенціал впровадження технології електроопалення, який обмежується різницею між вечірнім зимовим максимумом і нічним навантаженням графіку енергосистеми України, складає 5÷9 тис. МВт і дозволяє електрифікувати опалення приблизно 1 млн. осель [3, 10].

Розробка технології ЕКСО в Україні ведеться за трьома напрямками. Питання *експериментального та математичного моделювання ЕТА об-*

<sup>3</sup>Заключний звіт про виконання науково-дослідної роботи на тему: «Аналіз існуючого стану та перспектив вирішення проблеми управління режимами виробництва і споживання електричної енергії в ОЕС України». Національний технічний Університет України «Київський політехнічний інститут». Інститут енергозбереження та енергоменеджменту. Київ, 2004.

ігріву, розробки її теплофізичного, нормативного та елементного забезпечення, практичного використання у будівництві розглянуті у роботах науково-виробничого підприємства «Елетер» (м. Київ) та його співвиконавців, зокрема Інституту технічної теплофізики НАН України, ряду проектних та науково-дослідних галузевих інститутів (зокрема ВАТ „Київпроелектропроект», Інститут КиївЗНДІЕП), промислових підприємств (зокрема ВАТ «Одескабель») та інших. У разі масового впровадження ЕТА ЕКСО, особливо для забезпечення електрообігріву сільських осель, *питання улаштування електромереж* стають ключовими. Навантаження на квартирний електроввід збільшується майже у тричі, причому, з відповідним додатковим навантаженням місцевої електромережі з високим (близько 0,8) коефіцієнтом одночасності вмикання приладів електроопалення різних осель. Продовж вже півтора десятка років цією проблемою найбільш детально займається УкрСільЕнергоПроект (м. Київ). Найбільш повний *аналіз і моніторинг фактичного навантаження ОЕС України*, пошук масових маневрених споживачів у тому числі тих, що використовують технології ЕКСО, проведено Інститутом енергозбереження і менеджменту НТУУ «КПІ».

Кількість об'єктів, на яких впроваджені ЕТА технології, зараз вже обраховується десятками. Результати експлуатації свідчать на користь ЕТА ЕКСО. Отримано узгодження з відповідними міністерствами та наглядовими органами і організаціями і створено відповідні нормативні документи. Основу нормативних документів з ЕТА ЕКСО складають існуючі «Строительные нормы и правила» (СНиП), Державні санітарні правила і норми та нові Державні будівельні норми (ДБН), зокрема:

- ДБН В.2.5-23-2003 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення» [18];
- ДБН В.2.5-24-2003 «Електрична кабельна система опалення» [19];
- СНиП 2.04.05-91\*У «Отопление, вентиляция и кондиционирование»;
- СанПін 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних вимірювань»;
- СНиП 2.01.01.-82 «Строительная климатология и геофизика»;
- СНиП П.-3-79\* «Строительная теплотехника»;
- Методичні матеріали з розрахунку і проектування огорожуючих конструкцій будівель [20].

Найбільш важливим для ЕТА ЕКСО є спеціально розроблений для цієї технології ДБН В.2.5-24-2003 «Електрична кабельна система опалення» [19]. Цей документ регламентує порядок розроблення документації,

складання теплотехнічних розрахунків, здійснення монтажу та експлуатації устаткування. При цьому були узгоджені усі необхідні питання з МОЗ України, Мінпаливноенерго, МВС, Держнаглядохоронпраці, Держкоменергозбереження та інші.

**2. Технічну базу ЕТА ЕКСО** вже сьогодні складають комплектуючі вітчизняного виробництва європейського рівня надійності, зокрема:

- спеціальні електричні нагрівальні кабелі різних типів та параметрів;
- різноманітні електричні теплоаккумуляційні вироби та прилади;
- засоби автоматики, у тому числі різноманітні терморегулятори;
- технологічна оснастка, необхідні матеріали та технологічні прийоми їх застосування;
- засоби багатозонного обліку спожитої електроенергії (включно до лічильників з передоплатою) з дистанційною передачею показників.

Найбільш важливою комплектуючою складовою ЕКСО є *нагрівальні кабелі*. Вони головним чином впливають на техніко-економічні показники технології електрообігріву, оскільки, з одного боку, забезпечують основні робочі і функціональні характеристики (працездатність, зручність, надійність, у тому числі довговічність системи опалення), а з другого боку вони є найбільш вартісним її компонентом. У структурі ціни ЕКСО нагрівальні кабелі складають близько 50 – 70 %. До недавнього часу в Україні домінували імпорتنі марки цих кабелів, що вело до збільшення капітальних витрат на влаштування ЕКСО. Тому актуальним завданням було розробити вітчизняний нагрівальний кабель нового покоління, який відповідає сучасним вимогам на цей вид продукції з перспективою його експорту. З використанням досвіду експлуатації різних нагрівальних кабелів з ВАТ «Одескабель» було розроблено декілька видів вітчизняних нагрівальних кабелів, у тому числі одножильний екранований нагрівальний кабель типу КН1Э УФ питомої потужності 18 Вт/м (електричної потужності від 100 до 4900 Вт), питомої потужності 25 Вт/м (електричної потужності від 130 до 5800 Вт); дво жильний екранований нагрівальний кабель типу КН2Э УФ питомої потужності 18 Вт/м (електричної потужності від 80 до 3400 Вт), питомої потужності 25 Вт/м (електричної потужності від 90 до 1800 Вт). Крім основного призначення – здійснювати електрообігрів за технологією гріючої підлоги – ці кабелі використовуються в антикригових системах дахів і відкритих поверхонь різних споруд (наприклад спортивних), в продуктопроводах для підтримки технологічної температури і запобігання від їх замерзання. У конструкції кабелів нагрівальна жила (одно- або багатодротова) виконується з нержавіючої сталі, міді або ла-



туні. Ізоляція – перший шар з арнітелю, другий – оболонка виконується з ПВХ 105° або ПВХ 120° з екраном, сіплетеним з мідного дроту. Оболонка може виконуватися з поліетилену низького тиску (ПЕ НТ), з варіантами: ПЕ НТ + поліпропілен; ПВХ 105°. Майже у всіх марках кабелів використовуються добавки, які забезпечують стійкість оболонки до ультрафіолетового (УФ) випромінювання.

Вперше для ЕКСО розроблений броньований кабель з бронею з одного або двох шарів. Цей кабель знаходить застосування там, де у процесі монтажу і експлуатації можлива дія великих механічних навантажень ударного, згинального, стискального виду та закручування. За рахунок теплоємності металу броні, невеликого його термічного опору і підвищеної тешлостійкості ізоляції кабелі мають підвищену стійкість до теплових перевантажень. Це досягнуто за рахунок оптимізації вибору теплоізоляційних кабельних матеріалів за їх тепловими властивостями.

Другим за вартістю і важливістю компонентом технологічного обладнання ЕКСО є системи автоматичного управління і різноманітні терморегулятори. На цей час вони також мають вітчизняні аналоги.

У життєвому циклі будь-якої нової технології, за стандартами серії ISO 9000 (управління якістю продукції), після техніко-економічного аналізу, розробки і підготовки необхідних технологічних процесів, обладнання передбачається етап проведення випробувань [21, 22]. Впродовж науково-технічного забезпечення ЕТА ЕКСО-технології було проведено відповідний цикл експериментів, у тому числі з натурними житловими модулями у кліматичній камері [17]. Але до цього комплексу випробувань для забезпечення повномасштабного експерименту на об'єкті, у якому влаштована нова технологія (у даному випадку – з ЕТА обігрівом) обов'язково повинна долучатися його пробна багаторічна експлуатація. Вона надасть відповідь не тільки на питання відносно зручності, комфортності, надійності, відповідності цієї технології нормативно-технічним вимогам, а і її характеру зворотної дії на ОЕС. Оскільки ЕКСО-технологія, як вже стверджувалось, знаходиться на стику теплоенергетики і електроенергетики, то подальше їх впровадження повинно рухатись з двох зустрічних напрямів: будівельного і електротеплоенергетичного. З «будівельного» напрямку вирішені і узгоджені з відповідними інстанціями майже усі питання легітимізації використання ЕКСО технологій. Цей напрямок розвитку ЕКСО-технологій років п'ять постійно знаходиться у полі зору колишнього Держбуду, а тепер Мінбуду України, який був не тільки ініціатором розробки системи нормативних документів, а і визначив базову організацію для координації

робіт з електрообігріву у будинках та будівельних конструкціях. З «електроенергетичного» боку також проведено великий обсяг роботи. У нормативний відомчий документ ДНАОП включено відповідні розділи, що регламентують практику влаштування ЕКСО [23].

### 3. Економічний аспект впровадження технології ЕКСО

Коли йдеться про резистивне електроопалення, звичайно єдиною його негативною властивістю вважається майже подвійні (від 267 до 369 г у.п. у порівнянні з 140+221 г у.п. [4]) витрати палива на виробництво 1 кВт·год теплової енергії. У більшості країн ціна на електричну енергію у два - п'ять разів перевищують ціну на природний газ. Зрозуміло, що вказане співвідношення, або індекс тарифної вартості електричної енергії  $i_{\text{ееП}}$ , звичайно перевищує відповідне співвідношення тарифів на теплову енергію і природний газ<sup>4</sup>. За аналогією, останнє співвідношення також можна назвати тарифним індексом, але стосовно теплової енергії  $i_{\text{теП}}$  і звичайно  $i_{\text{ееП}} \geq i_{\text{теП}}$ . З цього може бути висновок, що заміна природного газу (найбільш дешевого первинного енергоносія) на електроенергію є економічно недоцільною. Але при цьому не враховується, що за ефектами комфортності, зручності споживання, регулювання, економічності, екологічності в місці споживання, 1 кВт·год теплової енергії, одержаної шляхом трансформації електричної енергії у променисто-конвективних системах опалення, набагато перевищує властивості того ж 1 кВт·год теплової енергії, одержаної з теплоцентралі. Тому, за комплексом більш якісних споживчих характеристик і параметрів, 1 кВт·год «електричної» теплової енергії повинен коштувати відповідно більше. До речі, в Україні вказане співвідношення цін на електричну енергію може бути менш ніж у два рази і, теоретично, граничне співвідношення цін на електричну енергію і природний газ в Україні може сягнути 1:1. Причиною цього є висока (50 %) частка АЕС у балансі виробництва електроенергії, внаслідок чого на виробництво 1 кВт·год електроенергії витрачається значно менша кількість ПЕР. За деякими даними, собівартість електроенергії на АЕС до недавнього часу складала 2,5 коп./кВт·год, а вартість електроенергії, що експортується до Росії, становила 7,5 коп./кВт·год. Тому більш реальним співвідношенням цін на електричну енергію і природний газ в Україні є  $i_{\text{ееП}} \in [1,5:1]$ . У цілому, як побачимо далі, результати аналізу підтверджують економічну доцільність

<sup>4</sup>За даними Інституту загальної енергетики НАН України.

електроопалення у певних інтервалах потужностей ОЕС. Розглянемо це питання більш детально.

**3.1. Тарифи.** Кінцеве співвідношення між усіма витратами на виробництво, транспортування, соціальні та тому подібні складові у вартості 1 кВт·год «електричної» теплової енергії і 1 кВт·год теплової енергії, одержаного шляхом прямого спалювання, знаходить своє виявлення у тарифах на обидва види енергії. В Мінпаливенерго декілька років тому вже існувала думка про доцільність встановлення спеціального тарифу на електроопалення. Але його запровадження стримувала відсутність у той час масових засобів надійного контролю використання і обліку електричної енергії, яка призначена саме для опалення. Зараз в Україні існують багато типів приладів багатозонного дистанційного обліку, які легко програмуються під будь-яку тарифну систему, як вже діючу диференційовану за часом, так і іншу, будь-якої складності. Тобто, зараз немає перешкод для обліку спеціального тарифу на електроопалення, у тому числі з функцією передоплати, якщо буде визначено доцільним створення нової системи спеціальних тарифів на електричну енергію, дія якої поширювалася б виключно на електроопалення. Таким чином, оскільки електроенергетика України характеризується з одного боку профіцитом виробництва електричної енергії, а з другого боку, одночасним дефіцитом маневрових потужностей, то потужність електронагріву, оцінюється лише різницею між вечірнім зимовим максимумом і нічним навантаженням ОЕС і складає до 9 тис. МВт [3, 24]. Зараз, при ціні на природний газ \$95-230 за 1 тис. м<sup>3</sup>, починає діяти фактор доцільності витіснення природного газу з систем теплопостачання і заміни його електротеплопостачанням. Реструктуризація споживання природного газу і електричної енергії буде проходити тим інтенсивніше, чим менш співвідношення цін на електричну енергію і цін на вуглеводні палива. Саме в Україні завдяки її 50 % частки електроенергії, що виробляються на АЕС, складаються економічні умови, які сприяють розвитку багатьох видів електроопалення – акумулюючі печі вітчизняного виробництва, системи кабельного обігрівання прямої та акумуляційної дії, акумуляційні бойлери, проточні електронагрівачі, теплові насоси, системи кавітаційного нагріву тощо.

Реалізувати відповідне маневрене електричне навантаження споживачів вже зараз можливо за допомогою вказаної вище у п.2 новітньої технології електротеплоакумуляційного електроопалення. Визначальною рисою цієї пропозиції є те, що вона майже не потребує централізованих капітальних вкладень чи якихось значних інвестувань. Основні витрати, у тому числі встановлення індивідуальних місць обліку вживленої енергії, візьмуть на себе самі споживачі електроенергії. З боку енергогенеруючих компаній, а також НКРЕ, необхідно встановити такі

диференційовані за часом тарифи на електроенергію, які з одного боку, створюють економічну зацікавленість споживачів у розповсюдженні електротеплоакумуляційного опалення, з їх використанням, здебільшого, у нічні години і недоцільності експлуатації у години максимального навантаження енергосистеми. З іншого боку, ця система спеціальних тарифів повинна компенсувати втрати генеруючих компаній на встановлення і експлуатацію маневрових потужностей, втрату прибутку внаслідок переносу споживання електроенергії на години пільгових ставок<sup>5</sup>.

**3.2. Вартість паливної складової.** У таблиці 2 наведені дані про вартість паливної складової енергії (ПСЕ) та їх співставлення з тарифами і цінами на теплову та електричну енергію. У розрахунках прийнято, що витрати первинних енергоресурсів (ПЕР) на виробництво теплової і електричної енергії складають, за осередненими даними, 0,15 та 0,267 кг у.п./кВт·год.

Таблиця 2. Вартість (з врахуванням ПДВ) паливної складової енергії (ПСЕ) та тарифи (грн./кВт·год) на теплову та електричну енергію (вартість ПЕР прийняти станом на червень 2005 р.)

Найменування постачальника енергії або ПЕР (скорочення: НЕК – національна енергетична компанія; УЕ – УкрЕнерго)	ПСЕ з ПДВ, грн./кВт·год		Вартість електроенергії, грн./кВт·год
	тепл.	електр.	
1. НЕК УЕ, для населення, яке проживає у будинках, обладнаних кухонними електроплитами, електроопалювальними установками (в т.ч. у сільській місцевості)		0,12	0,12
2. НЕК УЕ, ставка при експорті до РФ		0,0707	0,0707
3. НЕК УЕ, ставка при експорті до Молдови		0,1104	0,1104
4. НЕК УЕ, середня експортна ставка для Румунії, Угорщини, Польщі, Словаччини		0,1272	0,1272
5. НЕК УЕ, пільговий інтервал		0,04	0,04
6. Газ природний (метан), при ціні 331 грн. за 1000 м <sup>3</sup> (або 249 грн. за 1 т у.п.; калорійний еквівалент 1,327)	0,0374	0,0665	0,0831*
7. Газ природний (метан), при ціні 344 грн. за 1 т у.п.	0,0516	0,0917	0,1147*
8. КиївЕнерго, для ЖЕКів	0,0561		

<sup>5</sup>Сумарний (за години піку, навіюку, нічного провалу графіку навантаження ОЕС) денний прибуток повинен дорівнювати вартості виробленої за добу за тим чи іншим недиференційованим тарифом (наприклад, для населення, для промисловості).

## Продовження таблиці

Найменування постачальника енергії або ПЕР (скорочення: НЕК – національна енергетична компанія; УЕ – УкрЕнерго)	ПСЕ з ПДВ, грн./кВт·год		Вартість електроенергії, грн./кВт·год
	тепл.	електр.	
9. КиївЕнерго, для бюджетних споживачів	0,0668		
10. Вугілля (305 грн. за 1 т у.п. або 183 грн./1 т бурого українського вугілля, калорійний екві- валент 0,6)	0,0458	0,0813	0,136*
11. Дизпаливо ДП (3210 грн. за 1 т у.п. або 3,85 грн./1 л)	0,4815	0,8561	1,070*
12. Уран (при ціні придбання 46 грн. за 1 т у.п.) за [25]	0,0069	0,0123	0,025

**Примітка:** \* — значення коефіцієнту, який враховує частку паливної складової у вартості 1 кВт·год прийнято: для вугілля 0,6; для природного газу та дизпалива – 0,8.

З врахуванням відомостей про собівартість електричної енергії, яка виробляється на АЕС (2,5 коп./кВт·год), та даних про ціну придбання ядерного пального (1,23 коп./кВт·год) можна прийти до висновку, що значення відповідного для атомної енергетики коефіцієнту, який враховує частку паливної складової у вартості 1 кВт·год, складає  $\approx 0,5$ . При цьому необхідно мати на увазі, що поки ще відсутні загальноприйняте співвідношення витрат ядерного пального і виробленої на АЕС електроенергії. Поняття так званої «умовно-первинної ядерної енергії», що міститься у тепловиділяючій збірці (одиниця обліку ядерного пального) піддається критиці [25]. Але доцільно пам'ятати, що при повній відсутності викидів  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , попелу,  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ , ціна придбання урану дорівнює 46 грн. за 1 т у.п. у той час, як 1 т у.п. природного газу у 2005 р. коштувала 344 грн. (з 2006 р. майже у тричі дорожче), а 1 т у.п. з вугілля – 305 грн. [4].

Таким чином, сьогодні вартість електроопалення наближається до фактичної вартості послуг з існуючої зараз системи теплопостачання. Цей факт необхідно мати на увазі при спробах упорядкування тарифної політики у сфері електроопалення з врахуванням особливостей енергобалансу України. Але ціни на ПЕР, особливо на природний газ, і відповідно, на теплову і електричну енергію, які наведені у таблиці 2, вже стали історією. З 1 січня 2006 р., згідно з угодою між РФ і Україною від 4 січня 2006 р., ціна на природний газ на кордоні Росія-Україна становить у 1 півріччі 2006 р. \$95-230 за 1 тис.  $\text{м}^3$  з відвертою перспективою їх подальшого підвищення. Очікується, що згодом ця ціна досягне європейського рівня, який зараз характеризується такими показниками: ціна 1000  $\text{м}^3$  природного газу

складає \$250-350 для промислових споживачів і \$500-600 для побутових. Ціна на 1 кВт·год електричної енергії теж зростає, але не у такій пропорції. Прогнозується, що після лібералізації енергетичного ринку, вступу України до СОТ, співвідношення тарифів і цін на первинні енергоносії та електричну енергію буде лежати в інтервалі 1,5:2. У таблиці 3, на рисунках 1-2 наведені оцінки даних про динаміку цін на природний газ (теплота згорання  $38,9 \text{ МДж/м}^3 = 10,81 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ ), вартості послуг по опаленню у ЖКГ України на період 2006-2030 рр.

Таблиця 3. Прогноз динаміки цін на природний газ та вартості послуг з опалення у ЖКГ України на період 2006-2030 рр.

Вартість енергоносіїв (теплової та електричної енергії)	Одиниця виміру	Роки						
		2005	2006	2010	2015	2020	2025	2030
ПС по ПГ	\$/1000м <sup>3</sup>	50	230	275	331,25	387,5	443,75	500
ПС по ПГ	\$/м <sup>3</sup>	0,05	0,23	0,275	0,3312	0,3875	0,4437	0,5
ПС по ПГ	грн./кВт·год	0,0231	0,1064	0,1272	0,1533	0,1793	0,2053	0,2314
ТЕ (ЖКГ, населення)	грн./кВт·год	0,0464	0,2134	0,2550	0,3070	0,3590	0,4109	0,4627
ЕЕ, $i_{\text{еелПГ}} = 4$	грн./кВт·год	0,12	0,5469	0,6298	0,7222	0,8023	0,8701	0,9254
ЕЕ, $i_{\text{еелПГ}} = 3$	грн./кВт·год	0,12	0,5427	0,6043	0,6609	0,6948	0,7058	0,6941
ЕЕ, $i_{\text{еелПГ}} = 2$	грн./кВт·год	0,12	0,5384	0,5789	0,5996	0,5872	0,5415	0,4627
ЕЕ, $i_{\text{еелПГ}} = 1,5$	грн./кВт·год	0,12	0,5363	0,5662	0,5690	0,5334	0,4594	0,3470
ЕЕ, $i_{\text{еелПГ}} = 1$	грн./кВт·год	0,12	0,5342	0,5534	0,5383	0,4796	0,3773	0,2314

**Примітка:** Скорочення: ПГ – природний газ; ПС – паливна складова; ТЕ – тепла енергія; ЕЕ – електрична енергія у ЖКГ (для населення, у квартирах обладнаних електроплитами).

Прийняти у цих розрахунках величини, їх фактичні дані та припущення наводяться у таблиці 4. Ще одною змінною у прогностичних задачах подібного роду є курс гривні. Але його надійні прогнози не відомі. Тому, у першому наближенні приймаємо, що курс гривні до долара – незмінний. У 2005 р. він складав приблизно 5. Також невідомий сценарій зростання цін на природний газ. Для варіантних розрахунків можна прийняти, що темп зростання ціни на природний газ у середньому на період до 2030 р. буде складати 10 %. Розрахунки для зменшення невизначеності ведуться у з використанням безрозмірних величин  $i_{\text{еелПГ}}$ ,  $i_{\text{теПГ}}$ .

Таблиця 4. Осереднені показники (станом на 2005 р., якщо не вказано інше) вартості послуг електро- і теплостачання

Показники	Одиниця виміру		
	грн.	грн./Гкал	грн./кВт-год
Ціна ПГ у 2005 р. (на границі РФ-Україна)	250		
Ціна ПГ у 2030 р. (на границі РФ-Україна), прогноз	2500		
Ціна 1 кВт-год теплоти згоряння ПГ у 2005 р.	0,0231		
Ціна 1 кВт-год теплоти згоряння ПГ у 2030 р.	0,2314		
Тарифи на теплову енергію, ЖКГ, населення		54	0,0464
Те ж саме, для промислових підприємств		80	0,0687
Електрична, населення з електроплитами		139,67	0,12

Прогнозується, що значення індексу  $i_{\text{еелПГ}}$  (співвідношення тарифів (цін) на 1 кВт-год електричної енергії і природний газ) у 2030 р. лежить в інтервалі  $i_{\text{еелПГ}} \in [1; 4]$ , а підвищення ціни природного газу по відношенню до його ціни у 2005 р. складе 10 разів і досягне свого граничного значення у 2030 р. (рисунок 1), 2015 р. (рисунок 2) і 2010 р. (рисунок 3).

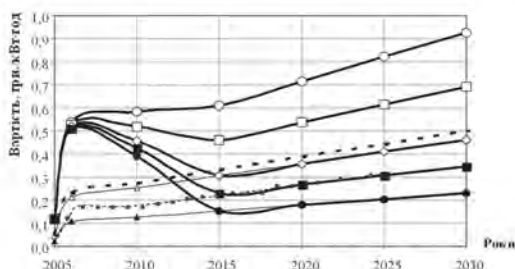


Рисунок 1. Динаміка цін на природний газ, вартість паливної складової, послуг теплопостачання і електроопалення у період 2005-2030 рр. ( $i_{\text{еелПГ}}$  сягає свого граничного значення у 2030 р.)

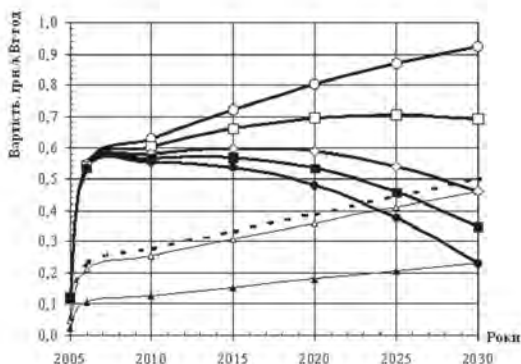


Рисунок 2. Динаміка цін на природний газ, вартість паливної складової, послуг теплопостачання і електроопалення у період 2005-2030 рр. ( $i_{\text{еелПГ}}$  сягає свого граничного значення у 2015 р.)

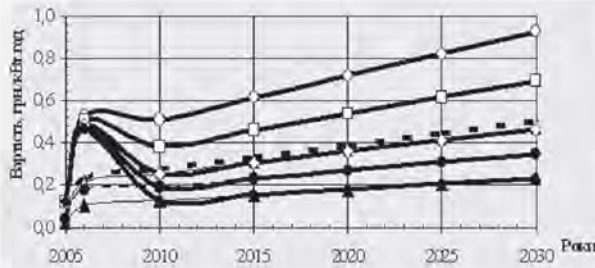


Рисунок 3. Динаміка цін на природний газ, вартість паливної складової, послуг теплопостачання і електроопалення у період 2005-2030 рр. ( $i_{\text{еетП}}$  сягає свого граничного значення у 2010 р.)

Умовні позначення до рисунків 1- 3:

- ▲— Вартість паливної складової по ПГ, грн./кВт•год
- △— Вартість теплової енергії (ЖКГ, населення), грн./кВт•год
- Вартість електричної енергії (ЖКГ, населення),  $i_{\text{еетП}}=4$
- Вартість електричної енергії (ЖКГ, населення),  $i_{\text{еетП}}=3$
- ◇— Вартість електричної енергії (ЖКГ, населення),  $i_{\text{еетП}}=2$
- - - Вартість паливної складової по ПГ, \$/м<sup>3</sup>
- Вартість електричної енергії (ЖКГ, населення),  $i_{\text{еетП}}=1,5$
- Вартість електричної енергії (ЖКГ, населення),  $i_{\text{еетП}}=1$
- ● - Вартість електричної енергії при пільговому тарифі на електричну енергію (0,04 коп./кВт)

**3.3. Аналіз контрольних показників річного споживання теплової енергії для систем опалення житлових і громадських будівель** (за СНиП 2.04.05.91\*У, додаток 25, обов'язковий [26]). У таблиці 5 містяться результати розрахунку вартості послуги опалення приміщення загальною площею 50 м<sup>2</sup>, яка розрахована за вказаними граничними нормами опалення, діючими у 2005 р. Був використаний звичайний (12 коп./кВт•год) тариф на електроенергію для будинків, обладнаних електроплитами. Наприклад, електроопалення прямої дії (без використання ЕТА-модифікації ЕКСО) квартири у рядовій блок-секції секційного житлового будинку (таблиця 3, стрічка 9) коштує до 750 грн. на рік. Для порівняння були використані дані з оплати (шомісячно 41,2 грн.) центрального опалення квартири площею 50 м<sup>2</sup> у 16-поверховому будинку, розташованому у м. Києві (1 кліматична зона). За 1 рік оплата центрального опалення складає 494,4 грн. і лише на 50 % перевищує вартість звичайного опалення. З врахуванням комфорт-



ності електроопалення, його енергоощадності можна стверджувати, що електроопалення навіть при діючих тарифах, є економічно привабливим у випадку, якщо будівля збудована і експлуатується згідно нормативних вимог. Картина кардинально змінюється, якщо використати ЕТА модифікацію опалення і до сплати послуг електроопалення застосувати діючі пільгові тарифи. Якщо використати нічний тариф 4 коп./кВт·год, то електроопалення *у д в і ч і* буде дешевше ніж центральне водяне опалення при одночасно вищих за якістю послугах.

Таблиця 5. Вартість (грн./рік) електроопалення у жилому багатопверховому будинку, виходячи з контрольних показників питомого теплоспоживання і тарифу 12 коп./кВт·год (2005 рік)

№ п/п	Типи жилих будинків	Кількість поверхів	Кліматичні зони України			
			1	2	3	4
1	Одноквартирний житловий будинок	1	1283,33	1200,00	1050,00	833,33
2	Одноквартирний житловий будинок	2	1166,67	1083,33	933,33	750,00
3	Одноквартирний житловий будинок	1	1083,33	983,33	866,67	683,33
4	Двоквартирний житловий будинок	2	983,33	900,00	783,33	633,33
5	РКПЖБС	3	833,33	750,00	666,67	516,67
6	РКПЖБС	4	783,33	716,67	633,33	483,33
7	РКПЖБС	5	750,00	683,33	600,00	450,00
8	РКПЖБС	9 по 10	683,33	633,33	566,67	416,67
9	РКПЖБС	12 по 16	<b>750,00</b>	683,33	600,00	483,33
10	РКПЖБС	>16	816,67	750,00	666,67	516,67
11	ТЖБСРз	5	783,33	716,67	633,33	516,67
12	ТЖБСРз	9 по 10	716,67	666,67	566,67	450,00
13	ТЖБСРз	12 по 16	783,33	716,67	650,00	516,67
13	ТЖБСРз	>16	833,33	783,33	683,33	533,33
14	ТЖБС2т	5	783,33	750,00	666,67	533,33
15	ТЖБС2т	9 по 10	750,00	683,33	600,00	483,33
16	ТЖБС2т	12 по 16	816,67	750,00	666,67	533,33
17	ТЖБС2т	>16	866,67	816,67	716,67	566,67
18	ОсЖД	12 по 16	850,00	800,00	683,33	550,00
19	ОсЖД	>16	933,33	866,67	783,33	600,00
20	ОсЖД СК	12 по 16	833,33	783,33	683,33	566,67
21	ОсЖД СК	>16	900,00	833,33	750,00	600,00

**Примітка:** СЖБ – секційний житловий будинок; РКПЖБС – рядова, кутова, поворотна житлова блок-секція; ТЖБСРз – торцева житлова блок-секція з рядовим

елементом благоування; ГЖБС2т – торцева жила блок-секція з двома торцями; ОсЖД – односекційний житловий будинок; ОсЖД СК – односекційний житловий будинок, складної конфігурації у плані.

Подібна ситуація повторюється і з гарячим водопостачанням. Наприклад, у Києві у разі встановлення квартирного лічильника тариф централізованого гарячого водопостачання складає 3,72 грн./м<sup>3</sup>, що найменше, у тричі дешевше випадку, коли гаряча вода сплачується за колективним планом рахунків. При використанні електрокотла вартість гарячої води при тарифі 0,12 грн./кВт·год складає 8,37 грн./м<sup>3</sup> (при розрахункових температурах гарячої і холодної води, відповідно, 65 і 5 °С [27]) або 5,51 грн./м<sup>3</sup> (при розрахункових температурах гарячої і холодної води, відповідно, 55 і 15,5 °С). Гаряча вода у централізованих системах гарячого водопостачання у 2,25... 1,28 разів дешевше, ніж від індивідуальних водонагрівачів. При пільгових тарифах на електроенергію (0,04 грн./кВт·год), навпаки, гаряча вода від індивідуальних акумуляційних електроводонагрівачів у 2,02... 1,33 разів дешевше ніж у централізованих системах гарячого водопостачання і складає 2,79 та 2,02 грн./м<sup>3</sup> (відповідно, при температурах гарячої і холодної води 55 і 15,5 °С).

**3.4. Вартість електроопалення, що розрахована за тепловими втратами через зовнішні огороження.** До оцінки вартості електроопалення можна підійти також і з іншого боку, виходячи з того, що основні теплові втрати у приміщенні пов'язані з трансмісійними втратами, тобто з теплопередачею через зовнішні огороження, які звичайно обладнані світловими прорізами (вікнами):

$$Q_{\text{конв}}/T = (F_{\text{в}}/R_{\text{в}} + F_{\text{ст}}/R_{\text{ст}}) \quad (1)$$

де  $Q_{\text{конв}}$  – потік теплоти, що проходить крізь конструкції зовнішніх стін, Вт;

$T$  – термічний опір між температурою повітря у приміщенні і зовні, К;

$F_{\text{в}}$  – площа вікна (світлового прорізу) з термічним опором  $R_{\text{в}}$ , м<sup>2</sup>;

$F_{\text{ст}}$  – площа суцільної (поза світловим прорізом) частини фасадної стіни з термічним опором  $R_{\text{ст}}$ , м<sup>2</sup>.

Коефіцієнт скління  $k_{\text{скл}}$  визначається наступним відношенням

$$k_{\text{скл}} = F_{\text{в}}/F_{\text{ст}} = F_{\text{в}}/(F_{\text{в}} + F_{\text{ст}}), \quad (2)$$

де  $F_{\text{ст}} = F_{\text{в}} + F_{\text{ст}}$  – сумарна площа зовнішньої стіни, м<sup>2</sup>.

Оскільки у стаціонарному стані

$$k_{\text{эф}} = 1/R_{\text{эф}} = q_{\text{конв}}/T = k_{\text{скл}}(1/R_{\text{в}} - 1/R_{\text{ст}}) + 1/R_{\text{ст}} \quad (3)$$

де  $q_{\text{конв}}$  – інтенсивність теплового потоку, Вт/м<sup>2</sup>;

$k_{\text{еф}} = q_{\text{конв}}/T$  – ефективний коефіцієнт теплопередачі зовнішнього огородження з врахуванням наявності у фасадній стіні світлого прорізу, Вт/(м<sup>2</sup>·К);

$R_{\text{еф}} = 1/k_{\text{еф}}$  – відповідний  $k_{\text{еф}}$  термічний опір, (м<sup>2</sup>·К)/Вт.

Різноманіттям архітектурно-будівельних рішень скління фасадних стін характеризуються сімейством кривих функції (3)  $R_{\text{еф}} = f(k_{\text{скл}}, R_{\text{в}})$  і відображене на рисунку 4. Оцінки втрат містяться у таблицях 6, 7.

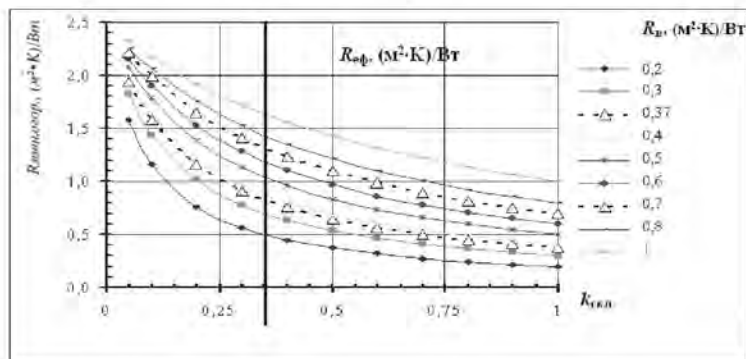


Рисунок 4. Залежність ефективного термічного опору зовнішнього огородження від коефіцієнту скління

На рисунку 4 наведена залежність ефективного термічного опору від коефіцієнту скління (у типових проектах житлових будинків він не перевищує 0,4). Зазвичай його приймають за фактичними даними, наприклад рівним 0,303) і від термічного опору світлового прорізу. Дані рисунку 2 одержані виходячи з того, що термічний опір огородження відповідає нормативному значенню 2,5 (м<sup>2</sup>·К)/Вт, а дані з термічного опору світлового прорізу коливаються від 0,3 (м<sup>2</sup>·К)/Вт (звичайне вікно у дерев'яній рамі) до 1 (м<sup>2</sup>·К)/Вт (дуже якісне вікно типу подвійного склопакету зі спеціальним покриттям або комбінація звичайних склопакету і вікна, наприклад, при використанні «євровіконних» конструкцій на балконі чи лоджії).

Результати розрахунків при температурах зовнішнього повітря – 22; – 1,1 °С (розрахункова і середньоопалювальна температура для м. Києва), внутрішнього повітря +18 °С, поверхні зовнішніх стін 25,8 м<sup>2</sup>, період опалення = 181 доба наведені у таблицях 6, 7.

Таблиця 6. Оцінка потужності системи електроопалення за приведеним термічним опором зовнішньої стіни з урахуванням коефіцієнту скління, нормативних коефіцієнтів термічного опору огорожень (розрахункові умови)

Найменування параметру	Позначення, формула	Один. виміру	Індекс місяця визначення, поверхні			Сума, або результат розрахунку
			Зовнішня, $i=1$	Огородження ( $k_{\text{оп}}$ ), $i=2$	Внутрішня, $i=3$	
1	2	3	4	5	6	7
1. Температура повітря		°C	-22		18	
2. Коефіцієнт теплосприйняття	$k_i$	Вт/(м²·К)	23,5	1,3	8,23	1,07
3. Термічний опір	$R_{\text{терм}i}$	(м²·К)/Вт	0,043	0,769	0,122	0,933
4. Перепад температур	$T$	К				40
5. Інтенсивність трансмісійних тепловтрат	$q_{\text{копв}} = T/R_{\text{терм}}$	Вт/м²				42,87
6. Коефіцієнт поправок (орієнтація, наявність вентиляції, тощо)	$k_{\text{попр}}$					1,5
7. Загальна інтенсивність тепловтрат	$q_{\text{попр}} = k_{\text{попр}} \cdot q_{\text{копв}}$	Вт/м²				64,3
8. Потужність трансмісійних втрат*	$Q_{\text{копв}} = q_{\text{копв}} \cdot F$	Вт				1106,0
9. Сумарна потужність теплових втрат*	$Q_{\text{т}} = k_{\text{п}} \cdot Q_{\text{копв}}$	Вт				1659,0

**Примітка:** \* - Інтенсивність тепловтрат, конвекційна складова (п.п. 8, 9) розраховані на конкретному прикладі – житловій двокімнатній квартири площею за внутрішніми обмірами фасадної стіни 25,8 м² (у сучасному багатоповерховому будинку, рівень теплозахисту, якого відповідає нормативним умовам).

Таблиця 7. Оцінка потужності системи електроопалення за приведеним термічним опором зовнішньої стіни з урахуванням коефіцієнту скління, нормативних коефіцієнтів термічного опору огорожень (середньоопалювальні умови, інші умови - див. табл. 6)

Найменування параметру	Позначення, формула	Один. виміру	Індекс місця визначення, поверхні			Сума, або результат розрахунку
			Зовнішня, $i=1$	Огородження ( $k_{эф}$ ), $i=2$	Внутрішня, $i=3$	
1	2	3	4	5	6	7
1. Температура повітря		°C	-1,1		18	
4. Перепад температур	$T$	К				19,1
5. Інтенсивність трансмісійних тепловтрат	$q_{конт} = T/R_{терм}$	Вт/м <sup>2</sup>				20,47
6. Коефіцієнт поправок (орієнтація, наявність вентиляції, тощо)	$k_{попр}$					2
7. Загальна інтенсивність тепловтрат	$q_{попр} = k_{попр} \cdot q_{конт}$	Вт/м <sup>2</sup>				40,9
8. Потужність трансмісійних втрат*	$Q_{конт} = q_{конт} \cdot F$	Вт				528,0
9. Сумарна потужність теплових втрат*	$Q_{т} = k_{ц} \cdot Q_{конт}$	Вт				1057
10. Втрати теплоти за опалювальний період,	$Q_{вт} = Q_{т}$	кВт·год				4587
11. Вартість опалення при тарифі 12 коп./кВт·год	$P_{т} = 0,12 \cdot Q_{вт}$	грн.				550,4

**Примітка:** \* - інтенсивність тепловтрат, конвекційна складова (п.п. 8, 9) розраховані на конкретному прикладі – житлової кімнати квартири сучасного багатоповерхового будинку – див. примітку до таблиці 6.

Одержана таким чином вартість електроопалення типової двокімнатної квартири при тарифі 12 коп./кВт·год дорівнює 550,4 грн., що лише на 10 % перевищує вартість базисного варіанту традиційного опалення (49-4,4 грн.) У цілому величина 550,4 грн. відповідає попереднім розрахункам вартості опалення, оскільки оцінки, що містяться у таблиці 5 є верхніми

граничними, а дані таблиці 7 одержані за умови характеристик реального енергоефективного будинку.

Нами розглянуто чотири різних підходи до оцінки економічної доцільності електроопалення. За їх результатами, можна стверджувати, що у певних масштабах електроопалення в електротеплоакумуляційному варіанті є перспективним видом опалення для умов України. Крім електрокабельних систем опалення, електроенергія у побутовому опаленні може використовуватись у системах опалення на базі теплових насосів, теплоакумуляційних печей, установок кавітаційного нагріву, конвективних і променевих радіаторів. Також дуже цікавим є питання оптимізації електроопалення шляхом комбінованого використання різних систем опалення. Але слід зауважити, що усі розрахунки техніко-економічної ефективності того чи іншого виду опалення виходять з ряду припущень, які або не є загальноприйнятими, або носять тимчасовий характер. Дуже важливим для одержання об'єктивних результатів порівняльного аналізу усіх видів затрат є вибір базисного варіанту. Мірою коректності розрахунків повинні стати результати практичної паралельної експлуатації нової і традиційної системи опалення у реальних і однакових умовах і безперервний їх моніторинг за певними критеріями і показниками. Іншими словами, необхідне проведення натурних експериментів з електроопалення і гарячого водопостачання спочатку в окремому багатоповерховому будинку або його частині, а потім – у масштабі мікрорайону. При цьому частина житлових будинків (однотипних з будинками, у яких застосовується експериментальне електроопалення) повинна бути обладнаною традиційною системою опалення. Дослідна експлуатація повинна також враховувати різні варіанти комбінованих систем опалення (водяне+електричні прилади доведення внутрішньої температури; водяне+ЕТА; ЕТА+теплові насоси і т.п.). Звернемо увагу і на те, що сучасний будинок повинен бути якщо не інтелектуальними («цифровим»), то обладнаним системами автоматичного регулювання, спроможними, у тому числі, розподіляти добовий енергоресурс системи енергопостачання. Якщо включено багато побутових електроприладів, то потужність приладів електроопалення повинна бути знижена. Тим більше, що електрична енергія, яка вживається побутовими електроприладами, електронікою врешті перетворюється на теплову з додатковим відповідним опалювальним ефектом.

Для України найбільш поширеними і досить суворими кліматичними умовами є умови першої кліматичної зони. Тому доцільно здійснити пілотний проект, наприклад, у м. Києві, який розташований у першій кліматичній зоні. Лише після натурних випробувань можна прийняти

остаточне рішення про реалізацію конкретних рекомендацій щодо широкомасштабного впровадження ЕТА ЕКСО-технології.

Таким чином, зараз бракує фактичних даних про ефективність вказаних систем електроопалення у порівнянні як між собою, так і з традиційними. Поки ще відсутні відповідні експериментальні енергоефективні будівельні проекти у масштабі житлового комплексу або окремого будинку. Також фактично відсутня широкомасштабна програма з економії енергії, яка передбачала б формування конкурентної ситуації на ринку теплогенеруючого обладнання.

Можна стверджувати, що сьогодні перешкоди впровадженню ЕТА ЕКСО мають в основному не технічний, технологічний або техніко-економічний характер, а соціально-економічний, управлінський. Вони можуть відноситися до законодавчого врегулювання стратегії розвитку електроенергетики і потребують координованих зусиль Мінпаливенерго, Національної академії наук, Комітету Верховної Ради України з питань паливно-енергетичного комплексу, ядерної політики та ядерної безпеки, ОЕП «Галузевого резервно-інвестиційного фонду розвитку електроенергетики», Науково-технічної спілки енергетиків та електротехніків України, Мінбуду України. Вони також можуть мати суб'єктивний характер, охоплювати адміністративні, фінансові (прозорість ціноутворення), соціальні, юридичні, навчальні, тренінгові і т.п. питання. Важливим питанням, яке ще спеціально не розглядалось, залишається питання упорядкування тарифної політики щодо ЕКСО-технологій.

### **Висновки**

1. Масштабному впровадженню технології електроаккумуляційного електроопалення сприятимуть наступні кроки:
  - відокремлення акумуляційного електроопалення від інших видів споживачів електричної енергії з диференційованим обліком спожитої електроенергії;
  - розрахунок за спожиту електроенергію для акумуляційного електроопалення за обґрунтованими диференційованими за періодами часу тарифами та гарантії на установлення тарифів на електроопалення не менш ніж на 5 років;
  - здійснення пілотного проекту будівництва у масштабі дослідного об'єкту (на першому етапі – будинку, на другому – мікрорайону) з впровадженням технології акумуляційного електроопалення, проведенням енергетичного аудиту з метою апробації та визначення параметрів та техніко-економічних показників, передбачених проектом.

2. Україна за комплексом проведених досліджень, наявності технічних засобів вітчизняного виробництва, техніко-нормативного забезпечення практично готова до широкомасштабного впровадження електротеплоакумуляційної технології кабельного обігріву.

Перелік посилань

1. Чернишов В., Денисович К., Плачинда В., Безнос А., Перехрест С. Регулювання режимів споживання електричної енергії в осінньо-зимовий період 2004-2005 рр. // Энергетическая политика Украины, 2004, № 10. – С.93-94.
2. Замулко А. Быт или не быт? // Энергетическая политика Украины, 2004, № 11. – С.62-65.
3. Праховник А.В. Шляхи подолання перешкод у реалізації довгострокової енергетичної політики та створення ефективної енергетики // Энергетична стратегія України. Погляд громадськості: Матеріали міжнар. наук.-техн. конф. (АР Крим, 16-18 вересня 2003 р.). – К., 2003. – С.129-136.
4. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття: Під заг. ред. А.К. Шидловського, М.П.Ковалка. – К.: «Укр. енциклопед. знання», 2001.- 397 с.
5. Карп И. Н. Энергосбережение в Украине: проблемы и пути решения // Экотехнологии и ресурсосбережение, № 4, 2004. – С. 3-13.
6. Закон України «Про Загальнодержавну програму реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004-2010 роки»//Офіційний вісник України. - 2004. - № 30, ч.1. - Ст.1983
7. Розинский Д. И., Розинский М. И., Лопатин С. Я. Электрическая кабельная система отопления // Будівництво України. – 1996. – № 3. – С. 37-39.
8. Розинский Д. Й, Лопатин С. Я., Тимченко М. П. Пільгові тарифи на електроенергію та теплоакумуляюча здатність будівельних конструкцій – головні чинники при спорудженні будинків з електроопаленням // Будівництво України. – 1998. – № 6. – С. 33-36.
9. Розинський Д. Й. Енергоощадна технологія електротеплоакумуляційного обігріву в АПК // Автореф. дис. ... на здобуття вч.зв. к.т.н. –К.: НАУ, 2004. – 24 с.
10. Стафийчук В. Г., Ревуцкий С. С. Нормативное обеспечение расчетов электрических сетей при использовании электроэнергии для отопления жилья // Электрические сети и системы. – 2003. – № 2. – С. 49-53.
11. Розинский Д. Й, Лопатин С. Я., Тимченко М. П. Оценка теплоаккумулирующей способности конструкций зданий и сооружений при электрическом кабельном отоплении // Сб. «Промислова електроенергетика та електротехніка», – К.: 1998. – Вып. 2. – С. 26-44.
12. Розинский Д. Й, Тимченко Н. П., Круковский П. Г. Электротеплоаккумуляционное отопление греющим полом // В сб. «Электротеплоаккумуляционное отопление греющим полом» - Ред. Д.И.Розинский. – К.: ИТТФ НАН Украины, НПП «Элегер», 2001. – С. 31-46.



13. Электротеплоаккумуляционное отопление греющим полом /Сб. науч. статей под ред. Д.И.Розинского. – К.: ИТГФ НАН Украины, НПП «Элетер», 2001. – 156 с.
14. Круківський П. Г., Тимченко Н. П., Тадля О. Ю., Розинський Д. Й. Тепло-ві режими висотного будинку із системою підлогового опалення (четверта температурна зона) // Будівництво України. – 2005. – № 3. – С. 20-25.
15. Круківський П. Г., Тимченко Н. П., Тадля О. Ю., Розинський Д. Й. Тепло-ві режими висотного будинку із системою підлогового опалення (перша температурна зона) // Будівництво України. – 2005. – № 4. – С. 21-24.
16. Розинський Д. Й., Тимченко Н.П. . Електрокабельні системи обігрівання – підсумки та перспективи // Будівництво України, № 5, 2005. – С. 36-40.
17. Расчетно-аналитические и экспериментальные исследования теплофизических характеристик модели помещения типового жилого здания, оборудованного теплым полом: Отчет о НИР. - № 35н/2000 от 18.04.2000. – № ГР0101U007318. – КиевЗНИИЭП, 2002. – 271 с.
18. ДБН В.2.5.-23-2003. Проектування енергообладнання об'єктів цивільного призначення. – К.: Держбуд України, 2004. – 131 с.
19. ДБН В.2.5.-24-2003. Електрична кабельна система опалення. – К.: Держбуд України, 2004. – 31 с.
20. Расчет и проектирование ограждающих конструкций зданий /НИИ строит. физики. – М.: Стройиздат, 1990. – 233 с.
21. ГОСТ Р ИСО 9004:2001. Система менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности. – М.: Госстандарт России, 2001.
22. Р 50.1.031-2001 Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Терминологический словарь. Ч.1. Стадии жизненного цикла продукции. – М.: Госстандарт России, 2001.
23. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. – К.: Укрархбудінформ, 2001. – С. 109-113.
24. Баталов А., Салимон В. Баланс интересов. О проблеме дефицита высокоманевренных регулирующих мощностей в ОЭС Украины. //Энергетическая политика Украины. – 2004. – № 6. – С.54-57.
25. Ватагин М. Все засекретим, а потом... //Энергетическая политика Украины. – 2004. – № 6. – С. 52-58.
26. СНиП 2.04.05-91\*У. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
27. Справочник по теплоснабжению и вентиляции.Т.1. – К.: Будівельник, 1976. – 416 с.

Отримано 15.02.06