

УДК 666.64-413

В. М. БАБАЄВ, д-р держ. управління, професор

В. А. МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук, професор

Харківська національна академія міського господарства, м. Харків

Н. О. Орлова, канд. техн. наук, мол. наук. співр.

Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного, НАН України, м. Харків

## ФОРМУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЯ ПОЛІТИКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМУНАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

*Рассмотрены проблемы энергоэффективности общественного производства и жилищно-коммунальной сферы. Показана важность их решения для обеспечения энергетической независимости и экологической безопасности Украины.*

*Проанализированы направления повышения энергоэффективности жилищно-коммунального хозяйства. На примере жилого фонда г. Харькова продемонстрирована возможность значительного сокращения объемов топливно-энергетических ресурсов на нужды ЖКХ, получаемого в результате внедрения энергосберегающих мероприятий.*

*Розглянуто проблеми енергоефективності громадського виробництва й житлово-комунальної сфери. Показано важливість їх вирішення для забезпечення енергетичної незалежності й екологічної безпеки України.*

*Проаналізовано напрямки підвищення енергоефективності житлово-комунального господарства. На прикладі жилого фонду м. Харкова продемонстрована можливість значного скорочення обсягів паливно-енергетичних ресурсів на потреби ЖКГ за рахунок впровадження енергозберігаючих заходів.*

### Вступ

Як показали останні події на європейському ринку енергетичного палива, питання постачань російського газу в Україну і країни ЄС здобувають особливо важливий характер. Причому, характер не тільки і не стільки економічний, скільки політичний. Наочним свідченням цього з'явилася чергова "газова війна" між Росією й Україною, наслідки якої відбилися не тільки на їхніх взаємовідносинах, але луною прокотилися по всій Європі, поставивши "на коліна" економіку і системи енергопостачання окремих держав.

Це не випадково. Україна – не єдина країна, яка зробила ставку на російський газ, а отже поставила розвиток своєї економіки в залежності від Росії. Як наслідок, перед ними виникла серйозна дилема: чим замінити даний енергоносіє, якщо стане неможливим його одержання? Як забезпечити функціонування промислових підприємств, стаціонарної та комунальної енергетики, енергопостачання житлових і громадських приміщень, їх теплопостачання у холодний період року?

Європа та Україна зайвий раз переконалися в тім, що поки зазначені проблеми не будуть вирішені на довгострокову перспективу, знову і знову можливі повторення даної ситуації. З цього погляду сьогодні й у найближчому майбутньому найбільш важливим залишається пошук альтернативних джерел енергії та її виробництво в необхідній кількості. Проблема ця тим гостріше, що, як уже відзначалося, носить не тільки технічний характер, але визначає енергетичну безпеку будь-якої країни, а отже, реальну незалежність.

Дійсно, слово "енергія" щодня вимовляється з екранів телевізорів, з'являється на сторінках журналів і газет, не говорячи вже про спеціальні видання. Енергетична ситуація в окремих державах істотно впливає на життєвий рівень і культуру населення, позначається на внутрішній і зовнішній політиці. Країни з відсутніми енергетичними ресурсами додають усі зусилля, щоб забезпечити себе хоча б самими необхідними джерелами енергії.

Країни-експортери газу і нафти, газові і нафтові монополії одержують величезні прибутки і надприбутки. З іншого боку, у тиші кабінетів виношуються політичні і військові

плани переділу і збереження нафтових і газових промислів. Поняття "нафтове ембарго", раніше невідоме, викликає небувалу паніку і стає зняряддям економічного і політичного шантажу. Усе частіше виникають питання: як жити далі без нафти і газу, чим опалювати житло і виробничі приміщення, як надавати руху машинам та агрегатам, як підтримувати технологічні процеси? Звідки брати енергію, щодня усе більше енергії?

Необхідно всім, починаючи від виробника і завершуючи конкретними споживачами енергії, усвідомлювати те, що це - один із трьох головних викликів ХХІ сторіччя: як і за рахунок чого забезпечити енергією все зростаючі потреби людства. Тим більше, що даний виклик тісно пов'язаний і визначає два інших: як нагодувати людство, зберігши навколишнє середовище?

Планета Земля мала, а світ її проблем глобальний. Вихід із ситуації, що створилася, не може бути знайдений і забезпечений зусиллями лише якоїсь однієї держави, нехай навіть самої економічно розвинутої та енергозабезпеченої на даному етапі розвитку. Відгук на дані виклики один. І він давно відомий: диверсифікація паливно-енергетичних ресурсів, перехід на чисті енергетичні технології, енергозбереження, охорона навколишнього середовища. Давно пора від голої декларації цих постулатів, що дотепер, на жаль, поки ще мають місце в Україні, перейти до їх негайної практичної реалізації, як це вже давно робиться в передових енергетичних країнах ЄС (Швеції, Данії, Фінляндії, Німеччини, Великобританії та ін.).

### Основна частина

Перейдемо тепер від проблем глобальних до приватних, наших – українських.

Напрямки розвитку і підвищення ефективності енергетики України, у цілому, і комунальної, зокрема, розглянуті, проаналізовані і визначені в ряді робіт, наприклад, [1–6]. Не зупиняючись на них детально, акцентуємо увагу на необхідності реалізації лише найбільш важливих, наголошених в них, проблем.

Як показали відзначені вище події січня 2009 року на "газовому фронті" Україна – Росія, що поставили практично "на коліна" усю Європу, особливу увагу варто звернути на диверсифікацію первинних джерел енергії. У першу чергу це стосується, тих видів палива, видобуток і використання яких економічно доцільно і технічно обґрунтовано в умовах України. Мабуть, саме сумне в сформованій ситуації те, що, минуле подібне загострення на ринку енергетичної сировини нас нічому не навчили. Хоча вже тоді впливало повною мірою усвідомити, що головне – диверсифікація [3, 12]. Усвідомлення цієї незаперечної істини повинно стати керівництвом до дії усіх тих, хто володіє владою, матеріальними і фінансовими ресурсами. Не малу роль повинні грати виробники і споживачі енергії.

В даний час у суспільному виробництві і житлово-комунальній сфері використовується більш ніж треба частина паливно-енергетичних ресурсів України. Енергоємність внутрішнього валового продукту в Україні у два-три рази перевищує енергоємність розвинутих країн Західної Європи і продовжує збільшуватися. Проблема підвищення енергоефективності у всіх галузях народного господарства давно вже стала першочерговою для відродження економіки України, реформування її житлово-комунального господарства.

Разом з тим, як показують оцінки незалежних експертів, потенціал енергозбереження складає 42–48 % від загального обсягу споживання первинних енергоносіїв, а впровадження системи раціонального енерговикористання дозволяє вирішити численні економічні та екологічні питання. Отже, енергозбереження тепер і в найближчому майбутньому є головним джерелом диверсифікації палива, одним з основних "паливних ресурсів", які мають перевагу перед всіма іншими (такими, як мазут, газ, нафта, вугілля та ін.). І все це при витратах у три рази менших, чим при нарощуванні виробництва ресурсів у випадку їх потенційної наявності, і тим більше в умовах різкого росту вартості енергоресурсів і їх дефіциту, що характерно для України. Якщо говорити про житлово-комунальне господарство, то кінцевою метою енергоресурсозберігаючої політики повинно стати скорочення витрат на утримання і експлуатацію житла. Необхідні для цього першочергові напрямки енерго- і ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві наступні [1–3, 5, 9].

*Загальні втрати теплової енергії.* Цикл виробництва і споживання теплової енергії

включає втрати при виробництві енергії, її передачі і споживанні, на яке приходиться велика частина загальних втрат. Так, за існуючими оцінками втрати теплової енергії при виробництві і транспорті складають приблизно 7–15 %, тоді як у кінцевого споживача – 30–50 %.

Спрощену структуру втрат у споживача можна представити як суму динамічних і статичних втрат. Статичні втрати теплової енергії складаються з втрат, пов'язаних з експлуатацією будинків (наприклад: протяги в ліфтових шахтах і під'їздах, розбиті стекла під'їздів і т. п.). Ця складова оцінюється в 20–30 % від загальних втрат споживача теплової енергії. Динамічні втрати – невідповідність фактичних втрат проектним, відсутність системи регулювання теплового навантаження і т. д., що складають 10–20 % від загальних.

*Споживання теплової енергії будинками.* Теплова енергія споживається системами опалення, вентиляції і кондиціонування повітря. По кліматичним умовам України споживання теплової енергії будинками на зазначені нестатки перевищує аналогічне споживання теплової енергії в США, наприклад, в 2–4,5 рази. Для теплопостачання існуючого житлового фонду необхідно до 250 млн т у. п. на рік, що складає істотну частину від загального річного споживання первинних енергоресурсів, величина яких, наприклад, у 2000 році склала 920 млн т у. п. Природно, що зниження цього показника являє собою актуальну задачу, визначаючи ефективність використання первинних енергетичних ресурсів.

Енергоефективність може бути оцінена питомим показником споживання теплової енергії в т у. п., чи в кВт•год у розрахунку на 1 м<sup>2</sup> опалювальної площі будинку, який в умовах України перевищує аналогічний показник у країнах зі схожим кліматом (наприклад, Швеції і Фінляндії) у 2,9–4,3 рази. Потенціал організаційно-технологічних заходів, спрямованих на економію енергоресурсів у комунально-побутовому секторі, за станом на 2010 р. оцінюється близько 27 млн т у. п., що складає більш ніж 10 % від витрат первинного палива на опалення.

*Класифікація заходів по енергозбереженню.* Умовно заходи по енергозбереженню в житлово-комунальному господарстві можна розділити на чотири групи [9]:

- облік і контроль використання енергоносіїв;
- об'ємно-планувальні і будівельно-конструктивні заходи щодо енергозбереження;
- удосконалення систем енергопостачання та їх елементів;
- утилізація природного тепла і холоду, використання вторинних енергоресурсів.

Необхідно забезпечити зниження втрат у кожній ланці ланцюжка виробник тепла, теплові мережі і кінцевий споживач [4]. Однак, найбільш чуттєвий до них саме споживач, який і оплачує весь ланцюжок. Дуже показово, що все частіше звучать заклики до використання автономних систем опалення. Причому, у цілому ряді випадків на сьогоднішній день вони виглядають досить привабливо. У той же час подібний підхід далеко не однозначний, вимагає пророблення і розгляду в кожному конкретному випадку [1, 5, 13, 14]. Становить інтерес порівняння різних варіантів систем опалення житлових і суспільних приміщень не тільки з метою вибору системи, але і для того, щоб вибрати оптимальний варіант "термомодернізації" будинків.

У першу чергу, мова йде про будинки старої будівлі (до 1995 р.) з коефіцієнтом термічного опору зовнішніх стін  $R_{TC} \geq 1 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  і вікон  $R_{TC} \geq 0,37 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ . У різних джерелах відзначається, що для забезпечення в таких приміщеннях комфортної температури на рівні 20–22 °С и не нижче 18 °С необхідна витрата енергії до 350 кВт•год/м<sup>2</sup> рік [6]. У роботі [7] приведені результати порівняння витрат на опалення приміщень, використовуючи різні види енергоресурсів: вугілля, газ (АГВ), ТЕЦ. Показано, що найнижча вартість опалення від АГВ. Хоча при цьому вартість газу при споживанні до 2500 м<sup>3</sup> у рік була занижена майже у три рази в порівнянні з його фактичною ціною в Україні у той період.

Найбільш суттєво те, що автономні системи забезпечують комфортний тепловий режим для всього опалювального сезону за рахунок можливості оперативного регулювання рівня подачі тепла, у той час як ЦТ такої можливості практично позбавлено.

У холодний (нижче -15°С) час, короткочасний в Україні, рівень споживання енергії автономними системами підвищується до відповідного ( $TE = 250\text{--}300$ ), у відносно теплий

(близько 0°C) – знижується. Централізовані системи недостатньо мобільні для реагування на зміну зовнішньої температури. Як результат, температура в приміщенні може опускатися нижче припустимої – до +12 °C и нижче навіть у цегельних будинках післявоєнної будівлі. Таким чином, споживач не одержує товар (тепло в приміщення) у повному обсязі, хоча рівень оплати за нього постійно зростає. Виникає питання, за рахунок чого ця проблема може бути вирішена. Можливі два шляхи: перший – збільшення кількості тепла від ТЕЦ, другий – зниження втрат безпосередньо у споживача.

У 2006 році для Харкова ТЕ склав 61 кВтгод/м<sup>2</sup>рік, що досить добре погоджується з даними України в цілому, незважаючи на підвищення ціни за газ протягом 2004–2006 років.

Можна припустити, що збільшення теплового еквівалента обмежено як потужностями виробників тепла, так і обсягами витраченого палива. ТЕ служить мірою тієї кількості тепла, що після втрат на всіх ділянках ланцюга "джерело – мережа – абонент" надходить до споживача. Однак його використання важке назвати раціональним. Так до 1990 р. (ТЕ ≥ 300-350 кВт•год/м<sup>2</sup>•рік ) тепло подавалося з надлишком, і відкриті квартирки узимку були досить частим явищем. Зараз спостерігається зворотна ситуація. Подаваного рівня тепла досить тільки при незначному холоді – при позитивній середній температурі зовнішнього повітря за добу. Добові коливання з t<sub>зовн</sub> = -2..+4°C в будинках з достатньою тепловою інерцією стін практично не впливають на температуру усередині приміщення. Залишається варіант використання додаткових джерел тепла, наприклад, електрообігрівачів, але хто при цьому повинний компенсувати споживачу додаткові витрати, зв'язані з недопоставками тепла ТЕЦ.

Становить інтерес рішення цієї проблеми в інших країнах. Уряд Німеччини прийняттям відповідних постанов планомірно знижував вимоги по енергоспоживанню споруджуваних будинків з 250 кВт•год/м<sup>2</sup>•рік у 1984р. і 100 кВт•год/м<sup>2</sup>•рік у 1995р. до 70 кВт•год/м<sup>2</sup>•рік починаючи з 2002 р. При цьому норми мікроклімату в країнах ЄС диференційовані для приміщень різного призначення: житлова кімната – 21 °C; ванна кімната – 22 °C; спальня – 18 °C; вітальня – 16 °C; сходові клітки – 14°C. Згідно з німецькими стандартами теплоізоляції, житлове приміщення повинно відповідати наступним параметрам: середній коефіцієнт теплопровідності стін – 0,66 Вт/м•К; норма обміну повітря – 0,8 раз/год; ККД приладів опалення – 80 %; річна потреба тепла – 26 200 кВт•год; річне споживання тепла на 1м<sup>2</sup> — 140 кВт•год. Витрати енергії на опалення 1 м<sup>2</sup> у Німеччині й України відносяться як 1:1,75. При застосуванні сучасної будівельної й теплозахисної технології з'являється можливість утримати річне споживання енергії в межах 30–70 кВт•год/м<sup>2</sup> корисної площі [8].

Ще більш жорсткі вимоги з енергозбереження вже давно має Швеція, де норма споживання тепла на 1 м<sup>2</sup> житлового простору становить 60–70 кВт•год, де в якості стандартного розглядається будинок з низьким енергоспоживанням (теплової енергії менше 70 кВт•год/м<sup>2</sup> на рік). Це відповідає річному споживанню первинної теплової енергії в об'ємі 300–700 м<sup>3</sup> газу при житловій площі 100 м<sup>2</sup>.

Низьке енергоспоживання забезпечують:

- добрі теплоізолюючі властивості будівельних елементів (стін, вікон, даху, підлоги, підвалу);
- старанне виконання ізоляції, недопущення тепловтрат, щільна зовнішня оболонка будівлі (захист від вітру й т. п.);
- пасивне використання сонячної енергії і її акумуляування (добове або сезонне);
- керований повітрообмін (по можливості, повернення тепла);
- добре відрегульовані опалювальні пристрої;
- енергоекономне забезпечення гарячою водою, можливо за допомогою сонячної енергії в літню пору;
- усунення марних витрат електроенергії.

Як відомо, споживання енергії в будівельній галузі України складає майже 30 % всієї виробляємої енергії, з яких більша частка (87%) використовується на енергопостачання будівель жилого фонду та бюджетної сфери. Саме тут знаходиться основний резерв енергозбереження.

Показник питомих теплових втрат у житлових будинках Харкова в середньому рівний 350 кВт•год/м<sup>2</sup> •рік, тоді як в Німеччині – 204 кВт•год/м<sup>2</sup> •рік (для будинків старої забудови) і 164кВт•год/м<sup>2</sup>•рік (для нових), Швеція – 70 кВт•год/м<sup>2</sup>•рік.

Структура споживання теплової енергії інженерними системами будинку – системами опалення, вентиляції та гарячого водопостачання показана на рис. 1.

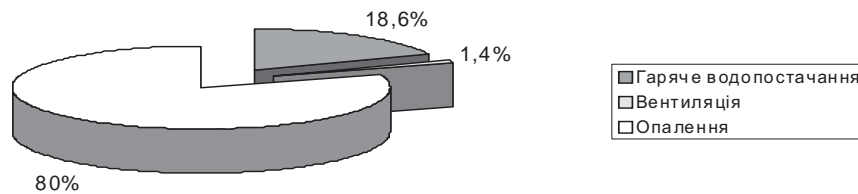


Рис.1. Структура споживання теплової енергії інженерними системами будівлі

Значна частка теплоти, втрачається через огорожуючі конструкції будинків: через стіни – близько 40 % теплоти, через вікна – 35 %, інші – 25 %.

Найважливішим параметром енергоспоживання будинку є якість теплоізоляції, коефіцієнт теплопередачі якої має бути в межах від 0,3 до 0,2 Вт/(м<sup>2</sup> К).

Вікна в теплозахисному виконанні коштують на 15–20 % дорожче звичайних, але це компенсується економією на опалення. Для заповнення віконних прорізів широко застосовуються склопакети. Якщо опір теплопередачі одного звичайного скла становить приблизно 0,17 (м<sup>2</sup> К)/Вт, то склопакета з двох звичайних стекол – 0,36– 0,39 (м<sup>2</sup>К)/Вт, а трискляного вікна може перевищувати 0,6 (м<sup>2</sup> К)/Вт.

Як відомо, тепловий комфорт розглядається не тільки з погляду забезпечення досить високої (не нижче 18 0С) температури повітря в приміщенні. Умови перебування в приміщенні вважаються комфортними, якщо відсутня значна різниця температур на поверхні огорожуючих конструкції, і в приміщенні. У будинках з недостатніми теплоізоляційними характеристиками ця різниця може складати до 6 0С (12 0С на зовнішній стіні при t<sub>зовн</sub> = -20 0С). При цьому температура води в радіаторі системи опалення повинна бути не нижче 90 0С [6]. У будинках з утепленими стінами (R<sub>ТС</sub> = 2,5м<sup>2</sup> 0С/Вт) дана різниця значно менше і дорівнює 2 0С (16 0С на зовнішній стіні), температура води в радіаторі може бути знижена до 50 0С. Такий перепад відповідає європейським нормам, що регламентують різницю температур у приміщенні по висоті в порівнянні з температурою поверхні зовнішніх стін не вище 3 0С.

З приведеного приклада видно, що саме використання огорожуючих елементів будинків з гарною теплоізоляцією відкриває дорогу до реального скорочення витрати теплової енергії на обігрів приміщень. При цьому необхідна температура теплоносія у системах тепlopостачання може бути знижена майже вдвічі. Причому, навіть тієї кількості тепла, що споживач у даний час одержує від ТЕЦ, досить для створення необхідного теплового комфорту в приміщеннях. Будівлі, що введені в експлуатацію після 1995 р. (з урахуванням вимог Постанови Кабінету Міністрів України від 01.07.94), повинні мати теплотехнічні характеристики огорожуючих конструкцій на рівні R<sub>ТС</sub> = 1,7– 2,5м<sup>2</sup> 0С/Вт для будинків, що споруджуються і R<sub>ТС</sub> = 2,2 м<sup>2</sup> 0С/Вт для тих, які реконструюються, що відповідає європейським вимогам. Отже, можливо істотно поліпшення якості опалення від централізованого джерела.

Відповідь на питання, як цього досягти без використання додаткових постійних витрат енергії, базується на реальному втіленні наступних енергозберігаючих заходів [1–6].

Нагадаємо головні з них:

По-перше, конструкційні: утеплення стін; утеплення горищ і підвалів; заміна вікон.

По-друге, заходи контролю й обліку: установка лічильників тепла; на стояках, у першу чергу, поквартирно, у другу.

У третій, удосконалення систем опалення і їхніх елементів: модернізація теплових пунктів і установка погодних регуляторів; установка терморегуляторів на стояках; установка терморегуляторів на радіаторах.

Наприклад у Польщі, виконання цих заходів у повному обсязі при модернізації старих будинків [10] дозволило об'єднанню мешканців близько 13 тисяч квартир на 50 % зменшити витрати тепла на опалення, значно скоротивши споживання імпортованого газу. При цьому тепловий комфорт покращився, а рівень оплат за опалення, незважаючи на подорожчання енергоносіїв, не підвищився.

Поліпшення теплового мікроклімату можна досягти виконанням одних конструкційних заходів – утепленням огорожуючих конструкцій. Однак, без удосконалення систем опалення неможливо реальне енергозбереження, а без систем контролю, у першу чергу, лічильників тепла, – оплата по реально спожитому теплу, економія якого і створює фінансову основу термомодернізації з коротким терміном повернення інвестицій, як у даному прикладі, 3,8 роки [10]. Тому конструкційні заходи виділені нами як першочергові.

Практично всі знову побудовані будинки використовують багатопверхові стіни з тим чи іншим видом утеплення [11]. Для будинків старої будівлі вибір утеплення, у кожному конкретному випадку, представляє самостійну, досить складну задачу. При цьому необхідно комплексне рішення зазначеної вище проблеми "термомодернізації": утеплення зовнішніх стін, заміна або реконструкція вікон. Останнє пов'язано з тим, що, якщо для стін немає принципових труднощів у забезпеченні  $R_{TC} = 5 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$  і вище, те найсучасніші віконні системи мають  $R_{TC}$  близько  $1 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$  [11].

*Енергозберігаючий потенціал у житловому фонді Харкова*

Розглянемо дане питання на прикладі житлового фонду м. Харкова [15]. Енергетичний баланс двох типових харківських багатопверхових будинків дозволяє визначити енергетичний потенціал типового мікрорайону і міста в цілому.

Таблиця 1

Основні параметри багатоквартирного цегельного будинку

Тип будинку	Багатоквартирний
Рік зведення	1965
Тип конструкції	Цегляний
Кількість поверхів	9
Кількість житлових одиниць (ЖО)	54
Кількість житлових одиниць на поверсі	6
Загальна житлова площа (площа одержання енергії), $\text{м}^2$	3120,3
Середній розмір квартир (брутто), $\text{м}^2/\text{ЖО}$	57,8
Площа фундаменту (покрівлі), $\text{м}^2$	346,7
Загальна площа зовнішніх стін, $\text{м}^2$	2231,3
Загальна площа вікон, $\text{м}^2$	416,4
Відношення поверхня/об'єм	0,39

Для складання енергетичного балансу житлового будинку треба мати параметри всіх його елементів: площі, коефіцієнт теплопровідності, розташування по сторонах світу. Абсолютне значення річної потреби в тепловій енергії ( $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2\cdot\text{рік}$ ) встановлюють, виходячи з величини трансмісійних (через зовнішні поверхні) і вентиляційних (при провітрюванні приміщень) втрат тепла, втрат через нещільність швів оболонки будинку (у віконних рамах, даху, стін), а

також вільного тепла, що надходить від внутрішніх джерел (людського, електрообладнання, стоку холодної води, сонячного випромінювання).

Вважаємо, що з метою зменшення річної потреби в тепловій енергії здійснені наступні заходи: теплоізоляція фасаду з використанням склопалотна для обробки будинку; теплоізоляція покрівлі або стелі останнього поверху теплоізоляційними мінераловатними плитами; заміна існуючого засклення на склопакети з м'яким селективним покриттям внутрішнього скла, заповнені аргоном.

Результати розрахунків для багатоквартирного цегельного будинку представлені в табл. 2–5. Перший будинок – багатоквартирний цегляний.

Таблиця 2  
Енергетичний баланс багатоквартирного цегельного будинку

Трансмісійні втрати тепла, МВт·год/рік	411,6	76 %
Вентиляційні втрати тепла, МВт·год/рік	130,2	24 %
Брутто-потреба тепла для опалення, МВт·год/рік	541,8	100 %
Припливи тепла, МВт·год/рік	50,8	
Абсолютна річна потреба в тепловій енергії для опалення, МВт·год/рік	491	
Абсолютна річна потреба в тепловій енергії для опалення, кВт·год/м <sup>2</sup> рік	157	

Таблиця 3  
Втрати і припливи тепла багатоквартирного цегельного будинку

Втрати енергії	МВт·год рік	%	Припливи тепла	МВт·год рік	%
Втрати зовнішніх стін	173	50,8	Тепло ел. устаткування	40,2	79
Втрати через покрівлю	50,8	11,8	Тепло людей	22	43
Втрати через підлогу 1-го поверху	37,4	7,5	Сонячне випромінювання	8,6	17
Втрати через вікна	150,4	29,9	Водостічні втрати	-20,0	39
Трансмісійні втрати тепла	411,6	100	Припливи тепла	50,8	
Вентиляційні втрати тепла	130,2				

Таблиця 4  
Коефіцієнт опору теплопередачі елементів будівлі (фактичний стан і після проведення санації)

Елементи будинку	Площа, м <sup>2</sup>	Теплоізоляційні матеріали	Коефіцієнт опору теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт	
			фактичний стан	після санації
Зовнішні стіни	2565,8	12,5 см теплоізоляції	1,16	3,5
Покрівля	881,7	12,5 см теплоізоляції	0,74	4,54
Підлога 1-го поверху	881,7	15,0 см теплоізоляції	0,51	4,54
Вікна	360,4	Склопакет теплоізоляційний	0,34	0,7

Таблиця 5

Економія енергії за рахунок теплоізоляції багатоквартирного цегельного будинку

Потенціал економії	Споживання корисного тепла МВт·год/рік	Енергетичний показник, кВт·год/м <sup>2</sup> рік	Економія відносно вихідного стану	
			%	тис. м <sup>3</sup> природного газу
Фактичний стан	491	157	100	49,45
Стан після теплоізоляції	122,8	39,4	25	11,75
Потенціал економії	368,2		75	37,7

Як видно з даних табл. 5 проведена модернізація дозволила скоротити енергоспоживання на 75 %.

Другий будинок - багатоквартирний панельний. Побудований в 1966 р., має модульну панельну конструкцію, яка передбачає одношаровий тип стін з керамзито-бетонних панелей товщиною 350 мм. Стіни не теплоізовані. Дах – плоский, виконаний згідно із СНиІ.3.-79 «Строительная теплотехника».

Основні дані, а також результати аналогічних досліджень представлені в табл. 6–10.

Таблиця 6

Основні параметри багатоквартирного панельного будинку

Тип будинку	багатоквартирний
Рік зведення	1966 р.
Тип конструкції	панельний
Кількість поверхів	5
Кількість під'їздів	4
Кількість житлових одиниць (ЖО)	80
Кількість житлових одиниць на поверсі	4
Загальна житлова площа (площа одержання енергії), м <sup>2</sup>	4408,5
Середній розмір квартир (брутто), м <sup>2</sup> /ЖО	55,1
Площа фундаменту (покрівлі), м <sup>2</sup>	881,7
Загальна площа зовнішніх стін, м <sup>2</sup>	2565,8
Загальна площа вікон, м <sup>2</sup>	360,4
Відношення поверхня/об'єм	0,4

Таблиця 7

Енергетичний баланс багатоквартирного панельного будинку

Трансмісійні втрати тепла, МВт·год/рік	601,4	80 %
Вентиляційні втрати тепла, МВт·год/рік	154,3	20 %
Брутто-потреба тепла для опалення, МВт·год/рік	755,7	100 %
Припливи тепла, МВт·год/рік	106,3	
Абсолютна річна потреба в тепловій енергії для опалення, МВт·год/рік	649,4	
Абсолютна річна потреба в тепловій енергії для опалення, кВт·год/м <sup>2</sup> ·рік	1473	



Таблица 8

Втрати й припливи тепла багатоквартирного панельного будинку

Втрати енергії	МВт·год рік	%	Припливи тепла	МВт·год рік	%
1	2	3	4	5	6
Втрати зовнішніх стін	168,1	28	Тепло ел. устаткування	49,7	46,7
Втрати через покрівлю	96,3	16	Тепло людей	31,1	29,2
Втрати через підлогу 1-го поверху	73,6	11	Сонячне випромінювання	53,6	50,4
Втрати через вікна	263,4	44	Водостічні втрати	-28,1	26,3
Трансмісійні втрати тепла	601,4	100	Припливи тепла	106,3	
Вентиляційні втрати тепла	154,3				

Таблица 9

Коефіцієнт опору теплопередачі елементів будинку (фактичний стан і після проведення санації)

Елементи будинку	Площа, м <sup>2</sup>	Теплоізоляційні матеріали	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> К/Вт	
			фактичний стан	після санації
Зовнішні стіни	2565,8	12,5 см теплоізоляції	0,95	3,5
Покрівля	881,7	12,5 см теплоізоляції	0,74	4,54
Підлога 1-го поверху	881,7	15,0 см теплоізоляції	0,51	4,54
Вікна	360,4	Склопакет теплоізоляційний	0,34	0,7

Таблица 10

Економія енергії за рахунок теплоізоляції багатоквартирного панельного будинку

Потенціал економії	Споживання корисного тепла, МВт·год/рік	Енергетичний показник, кВт·год/м <sup>2</sup> рік	Економія відносно вихідного стану	
			%	тис. м <sup>3</sup> природні гази
Фактичний стан	649,4	147,3	100	76,49
Стан після теплоізоляції	230,7	52,3	35,5	23,66
Потенціал економії	418,7		64,5	42,9

Як виходить з табл. 10 енергоспоживання багатоквартирного панельного будинку після модернізації зменшується на 67 %.

У табл. 11 наведені дані по всьому житловому фонду розглянутого теплового мікрорайону.

Таблица 11

Структура теплового микрорайону

Тип будинків	Будинків		Житлові одиниці		Площа	
	шт.	%	шт.	%	житлова, м	%
5 поверхові панельні	25	51	2840	57 %	158475	57
5 поверхові цегельні	7	14	770	15%	29981,2	10
9 поверхові панельні	1	2	108	2%	7315	2,5
9 поверхові цегельні	16	33	1278	26%	84001,5	30,5

На основі описаної методики був зроблений розрахунок енергетичного балансу теплового микрорайону Харкова, результати якого представлені в табл. 12.

Проведення енергозберігаючих заходів дозволяє скоротити енергоспоживання в розглянутому теплому микрорайоні в цілому на 27,39 ГВт•год/рік, що еквівалентно 2808,2 тис. м<sup>3</sup> природного газу. Оскільки в Харкові є 2092 п'ятиповерхових житлових будинки забудови 60–70-х років (29,2 % від загальної кількості будинків) і 1146 дев'ятиповерхових будинків (16 %), то загальний річний потенціал економії енергії для цього житлового фонду міста складе 1311,5 ГВт•год або 134,45 млн м<sup>3</sup> природного газу.

З урахуванням різкого підвищення вартості газу, що має місце в даний час (коливання її від 140–240 \$ / 1000 м<sup>3</sup> до 400-420 \$ / 1000 м<sup>3</sup> в найближчій перспективі), вартість такого об'єму газу може скласти від 22,5 до 55,5 млн грн. В зв'язку з цим окупність витрат на означені вище енергозберігаючі заходи має достатньо короткий термін (орієнтовно від трьох до п'яти років).

Таблица 12

Енергоспоживання й потенціал економії цегельних і панельних будинків теплового району Харкова

Тип будинку	Кількість будинків, шт.	Енергетичний показник тепла, кВт•год/м <sup>2</sup> •рік		Споживання корисної енергії, ГВт•год/рік		Потенціал економії енергії	
		фактичне	ціль	фактичне	ціль	ГВт•год рік	тис. м <sup>3</sup> природного газу
5 поверхові панельні	25	130,5	50,4	20,69	8,0	12,19	1250
5 поверхові цегляні	7	155,4	42,3	4,66	1,3	3,36	344,6
9 поверхові панельні	1	113,3	26,16	0,83	0,19	0,64	65,6
9 поверхові цегляні	16	143,9	29,9	12,1	2,52	11,2	1148

Таким чином, при існуючих технологіях будівництва будинків, стану інженерних систем і огорожуючих конструкцій втрати теплоти через останні можна зменшити: через стіни – у 2,5 рази, вікна – у 1,5 рази, інші – у 2 рази. Ці розрахункові дані свідчать, що, в цілому, можливо орієнтовне зниження енергоспоживання будівельною сферою економіки України (житловими будинками та спорудами бюджетної сфери) більш ніж на 30 %, що дозволяє отримати значну економію первинних паливно-енергетичних ресурсів.

Останнє можна показати на прикладі аналізу втрат теплової енергії за результатами

теплопостачання населення і бюджетної сфери України за 2004 рік (рис. 2). На виробництво тепла було використано 91,8 млн Гкал ТЕР або 14,229 млрд м<sup>3</sup> газу. Відпущено теплової енергії джерелом тепла 72,9 млн Гкал, що еквівалентно 11,3 млрд м<sup>3</sup> газу. Загальні втрати склали: у теплових мережах – 16,8 млн Гкал, у споживача – 22,4 млн Гкал, при виробництві, транспортуванні і споживанні теплової енергії приблизно 58,1 млн Гкал. Вражає те, що з них усього 26,0 млн Гкал або 4,03 млрд м<sup>3</sup> газу, складають понаднормативні втрати теплової енергії. Тобто 32,1 млн Гкал, що еквівалентно 4,98 млрд м<sup>3</sup> газу, це втрати, які дозволяються (регламентуються) існуючими стандартами і нормами теплопостачання. Якщо говорити про м. Харків, то маємо наступне: практично вся тепла енергія, яку виробляє ТЕЦ–3, дорівнює загальним втратам системи теплопостачання Харкова тобто підвищує температуру навколишнього повітря.

Повернемося до рис. 2. Загальні втрати теплової енергії складають 22,4 млн Гкал (3,4 млрд м<sup>3</sup> газу), з яких понаднормативні 50 % або 11,2 млн Гкал (1,7 млрд м<sup>3</sup> газу).

Слід мати на увазі, що ці втрати обумовлені не тільки (і не стільки) станом і термічним опором огорожуючих конструкцій. В великій мірі вони пов'язані з недосконалістю існуючих на даний час методів і систем регулювання теплопостачання, відсутністю сучасного обладнання для автоматичного регулювання подачі тепла в залежності від часу доби і температури навколишнього середовища.

В першу чергу це стосується таких об'єктів бюджетної сфери як школи, садки, лікарні для забезпечення необхідних умов їх функціонування, з одного боку, і зменшення бюджетних коштів, що необхідні для цього, з другого.

Вирішення даної проблеми потребує системного підходу. Окрім соціального ефекту, важливість якого не визиває сумніву, її рішення дозволяє суттєво зменшити витрати на утримання об'єктів бюджетної сфери, зокрема, учбових закладів (шкіл, садків).

Для прикладу, наведемо деякі дані для типової школи [16]:

- кількість учнів 1100;
- будівельний об'єм 30900 м<sup>3</sup>;
- площа забудівлі 3400 м<sup>2</sup>;
- корисна площа 7800 м<sup>2</sup>;
- площа скління 200 м<sup>2</sup> ;
- опалювальне навантаження 0,8 Гкал/год,
- вентиляційне навантаження –0,4 Гкал/год;
- навантаження на гаряче водопостачання – 0,36 Гкал/год;
- проектні витрати теплоенергії на опалення – 1280 Гкал/рік,
- на гаряче водопостачання – 84 Гкал/год).

Підвищення енергоефективності будівель даного типу можливо за рахунок наступних основних заходів:

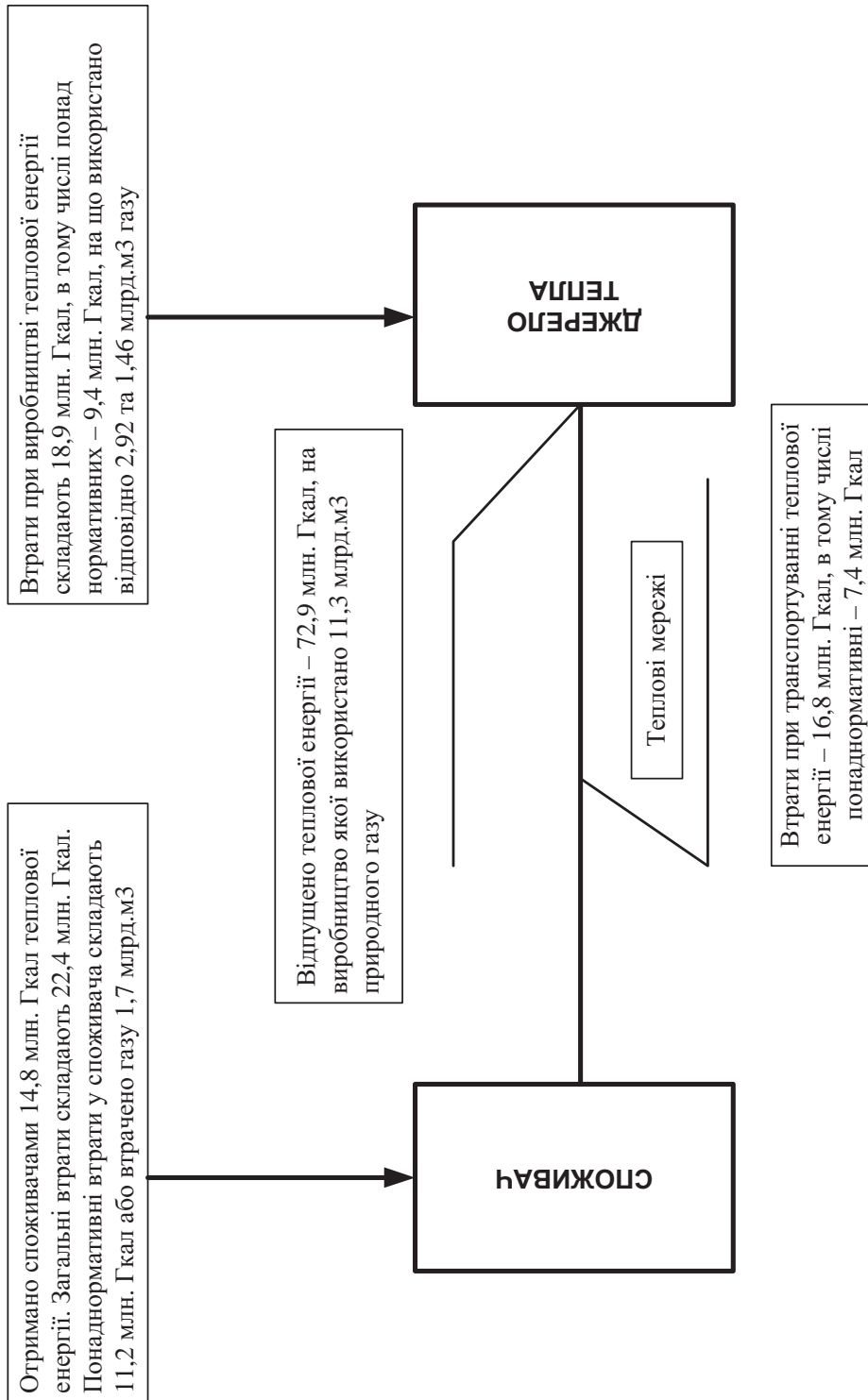
- покращення стану огорожуючих конструкцій і вікон, підвищення їх термічного опору до нормативних значень (за рахунок використання сучасних теплоізоляційних матеріалів і конструктивних рішень);

- проведення своєчасного і в повному обсязі планових і регламентних ремонтів;

- регулювання відпуску тепла в залежності від фактичного стану довкілля і режиму роботи закладу (наприклад, шляхом установки індивідуального теплового пункту і контролерів, дозволяючих регулювати подачу теплової енергії в залежності від температури навколишнього повітря);

- використання сучасних енергозберігаючих технологій, бережливого та ефективного використання енергоносіїв, застосування нетрадиційних і поновлювальних джерел енергії.

В розглядаємому прикладі можливі усі наведені вище заходи (або окремі з них), в залежності від фактичного стану школи. В кожному випадку їх реалізація дозволяє отримати соціальний та економічний ефект.



Загальні втрати при виробництві, транспортуванні і споживанні теплової енергії складають: 18,9+16,8+22,4=58,1 млн.Гкал. В тому числі понаднормативні втрати складають: 9,4+7,4+11,2=26,0 млн. Гкал. Втрати природного газу на виробництво понаднормативно втраченої енергії складають 4,03 млрд.м 3

Рис. 2 – Аналіз втрат теплової енергії (за результатами теплостачання населення і бюджетної сфери України)

Так, за рахунок зменшення використання теплової енергії на опалювання і гаряче водопостачання на 30 % (при вартості станом на 01.12.02 з НДС 245 грн/Гкал), річна економія витрат на опалювання школи складе приблизно 125000 грн. Використання рециркуляції дозволяє скоротити об'єм використання гарячої води на 25–30 %, що дає ще приблизно 25000 грн за рік [16].

### Висновок

Для України питання підвищення ефективності використання ПЕР, особливо газу, має велике значення. Сучасний стан будівель і споруд не відповідає існуючим вимогам. В першу чергу це стосується житлового фонду і бюджетних об'єктів 60-70 років забудовлі, які потребують санації, впровадження нових конструктивних рішень і теплоізоляційних матеріалів, підвищення теплотехнічних характеристик. Але це тільки частка загальної проблеми енергозбереження для будівель і споруд бюджетної сфери ЖКГ. В кожному конкретному випадку обов'язково проведення енергетичного аудиту розглядаємого об'єкта. Лише після цього можливо прийняття обґрунтованого техніко-економічного рішення.

Вище були порушені лише теплотехнічні аспекти підвищення енергоефективності об'єктів ЖКГ, зокрема, проблеми "термомодернізації будинків". У той же час, їх реалізація пов'язана з необхідністю рішення цілого ряду економічних і організаційних питань. Але вже зараз із упевненістю можна стверджувати, що альтернативи "термомодернізації" будинків як важливої складової підвищення ефективності комунальної енергетики не існує, особливо, у світлі істотного підвищення вартості енергоресурсів і реального виникнення "газових воєн".

### Список літератури

1. В. А. Маляренко, Л. М. Шутенко Енергозбереження в житлово-комунальному господарстві. Частина I. // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2005 – № 6 – С. 2533; Частина II. // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2005. – № 7. – С. 2–9.
2. Маляренко В. А. Концептуальные положения развития муниципальной энергетики Украины//Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. Сб. Вып.25.– К.: Техника, 2000. – С. 208–216.
3. Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства м. Харкова на 2003–2010 р.р. / Шутенко Л. М., Бабаєв В. М., Семенов В. Т., Маляренко В. А. та інші – Харків:ХДАМГ, 2003, 205 с.
4. Маляренко В. А., Лисак Л. В. Энергетика доквілля, енергозбереження./Під заг.ред проф.. В.А. Маляренко. – Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
5. Маляренко В. А. Шляхи підвищення ефективності комунальної енергетики // Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ „ХПІ”, 2007. – № 3, С. 3–13.
6. Украина: Энергосбережение в зданиях.– Киев: ЕС – Energy Centre, 1995. – 274 с.
7. Онышкив Ю. Чем дешевле – тем теплее // Аргументы и факты. – 2008. № 9, С. 5.
8. Бондаренко В., Хлевчук В., Матросов Ю., Бутовский И. О нормативных требованиях к тепловой защите зданий // Строитель. – 2004. – № 2. – С. 455–461.
9. В. А. Маляренко. Основи теплофізики будівель та енергозбереження – Х.:«Видавництво САГА», 2006. – 484 с.
10. Пирков В. А. Реальный путь до снижения энергопотребления в жилому фонді // Будинок „нуль” енергії. – Львів: „ЕКОінформ”. – 2007. – С. 66–69.
11. Черниговский В. А. Рациональный выбор материалов для наружных стен – реальный шаг к энергосбережению в строительстве // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2007. – № 12 – С. 54–58.
12. В. А. Маляренко. Енергозбереження. Від питань до дії // Губернія. 2006. С. 25–26.
13. И. А. Немировский, И. М. Ельникова, Т. А.Скипенко. Анализ систем теплоснабжения // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 2008. – № 8. – С. 21–31.
14. С. Н. Покалицын. Электрическое отопление. Законы физики и проблемы // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2008. – № 12 – С. 71–75.
15. В. А. Маляренко, Н. А. Орлова. Состояние и пути санации жилого фонда

прошлых лет // Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2011. – № 9. – С. 9–14.

16. И. А. Немировский. Энергоаудит бюджетных организаций ЖКХ// Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит. 2011. – № 10. – С. 62–67.

## FORMING AND REALIZATION OF POLICY OF INCREASE OF EFFICIENCY OF COMMUNAL ENERGY

V. N. BABAEV, D-r of state administration, Pf.

V. A. MALJARENKO, D-r Scie. Tech., Pf.

N. A. ORLOVA, Cand. Tech. Scie.

*The problems of energoeffektivnosti of public production and zhilischno-kommunal'noy sphere are considered. Importance of their decision is rotined for providing of power independence and ecological safety of Ukraine.*

*Directions of increase energoeffektivnosti of zhilischno-kommunal'nogo economy are analysed. On the example of dwelling fund Kharkov possibility of considerable reduction of volumes of fuel and energy resources is shown on the needs of ZHKKH, introduction of energysaving measures got as a result.*

Поступила в редакцию 01.03 2012 г.