

ПОТЕНЦІАЛ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ЖИТЛОВОМУ ФОНДІ УКРАЇНИ

*Державне підприємство «Науково-дослідний інститут будівельних
конструкцій» (ДП НДІБК), Україна*

Постановка проблеми. Як відомо, житлово-комунальне господарство України є одним з найбільш енергоємних секторів національної економіки. У ЖКГ споживається приблизно 44 % енергетичних ресурсів, або 70 млн. т.у.п., що складає близько 30% від загального споживання палива в Україні [1]. При чому основним споживачем енергетичних ресурсів в структурі ЖКГ є існуючий фонд житлових будинків. Таким чином, вирішення проблеми енергозбереження житлового фонду є першочерговим національним завданням. Вказане завдання повинно реалізовуватись на підставі відповідних загальнодержавних програм, що повинні містити загальні макроекономічні показники як можливого технічного, так і економічного енергопотенціалу.

Мета та завдання. Метою даної роботи є визначення на основі існуючої статистичної інформації величини базового енергоспоживання, а також загального потенціалу енергозбереження в житловому фонді України.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- пошук та аналіз наявної статистичної інформації щодо житлового фонду України, вибір визначальних параметрів для розрахунків;
- пошук та аналіз наявної статистичної інформації щодо енергоспоживання житлового фонду України, вибір та обґрунтування величини базового енергоспоживання для подальшого визначення потенціалу енергозбереження;
- оцінка потенціалу енергозбереження, що включає:
 - вибір та обґрунтування типових будинків в якості моделей-представників для розрахунку рівня енергоспоживання житлового фонду;
 - вибір та обґрунтування енергоефективних заходів, що дозволять забезпечити енергозбереження в житловому фонді;
 - розрахунок потенціалу енергозбереження.

Аналіз основних досліджень. В Україні проблемі підвищення енергоефективності приділяється значна увага, що характеризується наявністю значної кількості розроблених програм з підвищення енергоефективності. Існуючі програми можливо поділити на національні, регіональні та галузеві, в яких в тій чи іншій мірі визначені величини потенційної енергії, яку можливо зберегти за рахунок впровадження заходів передбачених вказаними документами. Водночас, жодна із існуючих програм не встановлює саме величину потенціалу

енергозбереження в житловому фонді України. Це свідчить про актуальність необхідності розв'язання даної проблеми.

Основна частина

Огляд житлового фонду України

На 1 січня 2010р. згідно [2] житловий фонд України становив 1072,2 млн.м² загальної площі. Житловий фонд міських поселень становив 64,2%.

Загальний житловий фонд налічував 10157,7 тис. будинків, з них 616,6 тис. – незаселені загальною площею 30,3 млн.м² та 9,9 тис. будинків (1,7 млн.м²), що знаходяться на балансі підприємств-банкрутів та тих, що припинили свою діяльність. Загальна кількість квартир в Україні становила 19,3 млн., тобто на 2,4 жителя країни у середньому припадала одна квартира.

Структура розподілу будинків житлового фонду України за роками зведення наведена на рис.1.

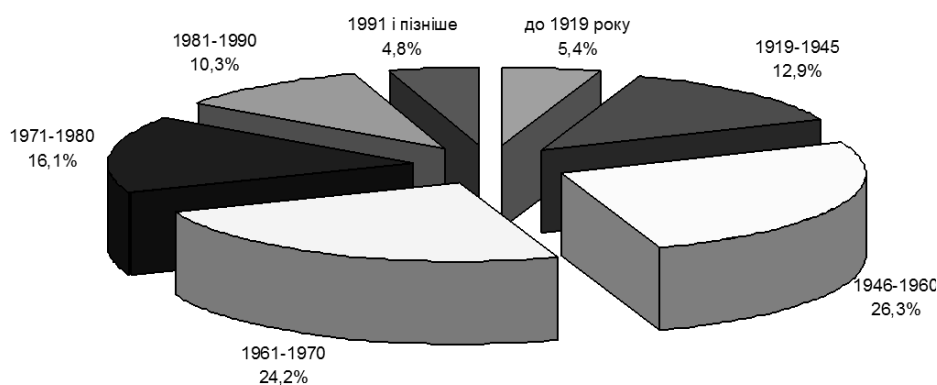


Рис.1 – Розподіл житлових будинків за роками зведення станом на 1.01.2001р.

Енергоспоживання житлового фонду України

Офіційна статистика з енергоспоживання в Україні не включає в себе інформацію про енергоспоживання житловим сектором. Існує тільки обмежена інформація про теплостачання житлових будинків з індивідуальними котельними установками, проте в ній відсутня інформація про розподіл витрат тепла на опалення та гаряче водопостачання, чи інформація про теплоспоживання окремих типів будівель. Так, згідно [3] величина загальної теплової енергії, що була відпущена населенню у 2009 р. становила **60,5 млн. МВт·год**.

Наведені статистичні дані є недостатніми для здійснення подальшої оцінки потенціалу енергозбереження в житловому фонді, оскільки не дають змогу визначити загальні обсяги теплової енергії, необхідної для експлуатації всіх існуючих житлових будинків України. В першу чергу це стосується відсутності даних щодо житлового фонду сільської місцевості, де переважають індивідуальні опалювальні системи, для яких збір статичних даних та розробка звітності не проводиться, а також відсутність даних з ТЕЦ. Таким чином, величина енергоспоживання житлового сектору в 60 млн. МВт·год є значно заниженою і не відповідає дійсності.

Це частинно підтверджується даними *International Energy Agency* (Міжнародне Енергетичне Агентство), за даними якого [4] на експлуатацію

існуючого фонду житлових будинків у 2008 році було витрачено 23,4 Мтне, що становить близько **272 млн. МВт·год** загального кінцевого споживання енергії. Джерела та структура енергоспоживання житлового сектору за даними [4] наведена на рис.2.

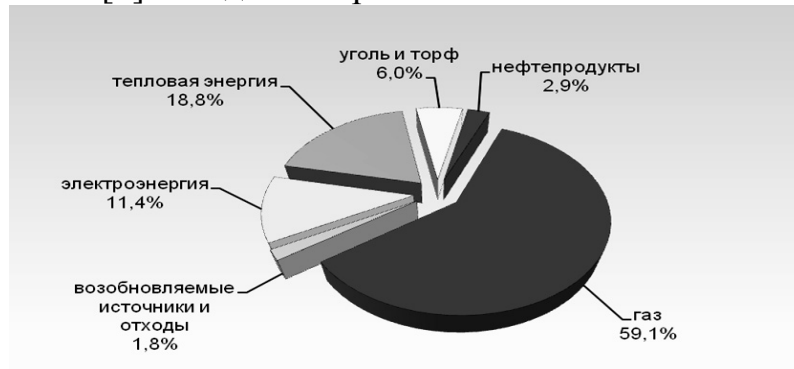


Рис.2 – Баланс енергоспоживання житлового сектору за видами енергії

В інших джерелах приведена узагальнена інформація з енергоспоживання цивільними будівлями без розподілу на житловий та громадські сектора. Так, за даними [5] енергоспоживання цивільними будівлями складає $1668 \cdot 10^{15}$ Дж або **463,3 млн. МВт·ч**, за даними [1] – житловий фонд та соціальна сфера споживають порядку 59,5 млн. т.у.п. або **484,2 млн. МВт·ч**.

Таким чином, при існуючій системі офіційної статистики не можливо чітко визначити величину базового енергоспоживання житлового фонду і, відповідно, провести подальшу оцінку потенціалу енергоефективності. Тому, було прийнято рішення використати метод «знизу-вгору», при якому величина базового енергоспоживання визначається на основі розрахунків рівня енергоспоживання типовими будинками-представниками та відноситься до всього житлового фонду. При цьому отримана характеристика порівнюється з існуючими макропоказниками.

Вибір об'єктів-представників

Об'єкти-представники для розрахунків обиралися на основі наявної статистичної інформації стосовно житлового фонду України. В статистиці [2] присутня інформація щодо загальної кількості житлових будинків, кількості незаселених будинків, будинків-банкрутів, гуртожитків та будинків вище 5-ти поверхів. Водночас, згідно даних щодо площі житлового фонду визначена тільки його загальна площа, площа незаселених будинків, площа будинків-банкрутів та будинків гуртожитків.

Питання енергоспоживання та потенціалу енергозбереження в житловому фонді недоцільно розглядати по відношенню до незаселених будинків та будинків-банкрутів, оскільки даною категорією будинків не здійснюється енергоспоживання (незаселені будинки) та не відбувається відпуск теплоти (будинки банкрути). Для таких будинків розгляд питання підвищення їх енергоефективності не є актуальним. Таким чином, оцінка потенціалу енергозбереження проводилася для житлового фонду України за виключенням незаселених будинків та будинків-банкрутів.

З наявної статистичної інформації [2] можливо чітко відокремити гуртожитки, як окрему категорію будинків. Загалом по Україні загальна питома площа одного гуртожитку становить 2042 м². Таким чином, будинки гуртожитків розглядаються окремо і, в якості об'єкта-представника для розрахунків, приймається п'ятиповерхова будівля гуртожитку серії 164-80-1 на один під'їзд.

Житловий фонд України розташований у сільській місцевості та міських поселеннях. Загальний житловий фонд можна розділити на одноповерхові (котеджні) будинки та багатоповерхові будинки. В статистиці [2] наявна інформація щодо кількості багатоповерхових житлових будинків від 5-ти поверхів та надана інформація по кількості будинків обладнаних ліфтами. Згідно з вітчизняною НД на проектування житлових будинки ліфтами повинні бути обладнані будинки від 6-ти поверхів включно. Тоді, загальна кількість житлових 5-ти поверхових будинків становить різницю між кількістю багатоповерхових будинків від 5-ти поверхів та кількістю будинків обладнаних ліфтами. Таким чином, житлові будинки розділені в залежності від поверховості на одноповерхові (котеджні), багатоповерхові від 2-х до 4-х поверхів включно, 5-ти поверхові та багатоповерхові від 6-ти поверхів.

За статистичними даними [2] встановлено, що в середньому по Україні загальна питома площа одного житлового будинку сільської місцевості становить близько 62,8 м². Таким чином, в якості об'єкта-представника одноповерхових (котеджних) будинків для розрахунків приймається будинок загальною площею 60 м². Загальна кількість вказаних будинків визначалась окремо для сільської місцевості та для міських поселень.

Кількість котеджних будинків сільської місцевості визначено, як загальна кількість житлових будинків сільської місцевості за винятком незаселених будинків, будинків-банкрутів, багатоповерхових будинків (вище 5-ти поверхів) та гуртожитків.

Багатоповерхові житлові будинки розділені за їх поверховістю, оскільки рівень питомого енергоспоживання будинку залежить від його поверховості та форми. Для 5-ти поверхових будинків в якості об'єкта-представника для розрахунків прийнята модель житлового будинку серії 1-437/1-438 на чотири під'їзди. Для багатоповерхових будинків від 2-х до 4-х поверхів прийнята модель 2-х поверхового житлового будинку на два під'їзди розмірами 12 м × 36 м в плані. Для багатоповерхових будинків від 6-ти поверхів прийнята модель 10-ти поверхового будинку серії БПС на один під'їзд.

Таким чином, в якості об'єктів-представників для розрахунків прийняті наступні будинки:

- Будинок на одну сім'ю котеджного типу загальною площею 60 м²;
- Будинок 2-х поверховий на 2 під'їзди 12 м × 36 м в плані;
- Будинок 5-ти поверховий на 4 під'їзди серії 1-437/1-438;
- Будинок 10-ти поверховий на один під'їзд серії БПС;

- Будинок гуртожитку 5-ти поверховий на один під'їзд серії 164-80-1.

Розрахунок рівня питомого енергоспоживання

Розрахункова оцінка питомого енергоспоживання проводилася на основі комп'ютерного моделювання для об'єктів-представників у відповідності з методиками [6, 7]. Розрахунок проводився відносно температурних зон (рис.3 а,б) та в залежності від структури розподілу житлового фонду за регіонами та обраними типами будинків.

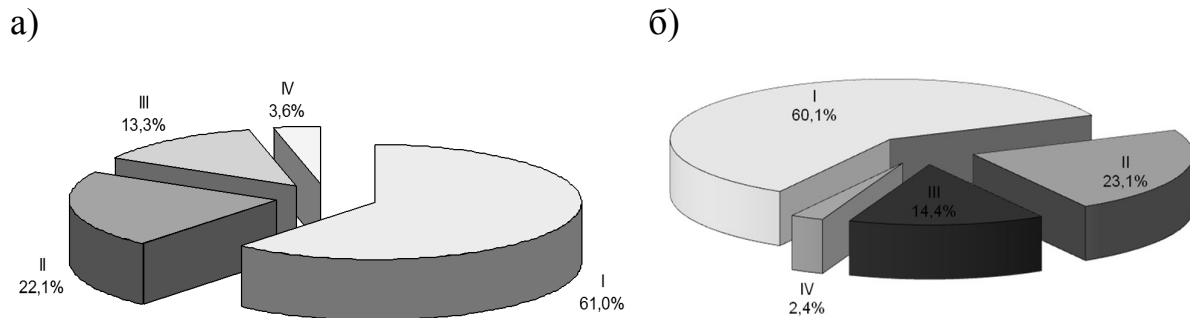


Рис.3 – Розподіл житлових будинків за температурними зонами України:
а) – за загальною кількістю; б) – за загальною площею

Узагальнені результати розрахунків наведені в табл.1. За результатами розрахунків загальне питеме енергоспоживання в середньому по Україні складає 285 кВт·год/м² виробленої енергії і варіюється від 145 до 374 кВт·год/м² в залежності від типу будівлі та кліматичної зони, в якій будівля розташована.

Загальна розрахункова величина енергоспоживання житлового сектора майже **300 млн. МВт·год**, що на 10 % перевищує базовий рівень споживання енергії, встановлений згідно статистичних даних [4]. Вказана відмінність вірогідніше за все обумовлена низькою якістю послуг по енергозабезпеченню житлових будинків, що характеризується відсутністю у житлових приміщеннях розрахункових параметрів внутрішнього комфорту. Водночас, цей факт потребує додаткових досліджень.

Таблиця 1 – Питоме енергоспоживання будинків існуючого житлового фонду, визначене за методичним принципом «знизу-догори»

Необхідна енергія, кВт·год/м ² , на:	Зона I	Зона II	Зона III	Зона IV
<i>Житлові будинки висотою від 6-ти поверхів включно</i>				
Опалення	170,2	144,4	121,8	101
ГВП	22	22	22	22
Освітлення	10	10	10	10
Інше	12,6	12,5	12,3	12,1
Всього, кВт·год/м²	214,8	188,9	166,1	145,1
Умовна площа житлового фонду, тис.м ²	87 772	33 766	16 370	3 187
Всього необхідна енергія, МВт·год	18 853 471	6 378 415	2 719 043	462 504
<i>Житлові будинки 5-ти поверхові</i>				
Опалення	175,6	149,4	126,3	105,4

ГВП	22	22	22	22
Освітлення	10	10	10	10
Інше	12,6	12,5	12,3	12,1
Всього, кВт·год/м²	220,2	193,9	170,6	149,5
Умовна площа житлового фонду, тис.м ²	114 017	46 070	27 146	10 609
Всього необхідна енергія, МВт·год	25 106 520	8 932 902	4 631 150	1 586 106
<i>Житлові будинки висотою від 2-х до 4-х поверхів</i>				
Опалення	215,6	183,5	154,6	127,2
ГВП	17	17	17	17
Освітлення	10	10	10	10
Інше	12,6	12,5	12,3	12,1
Всього, кВт·год/м²	255,2	223	193,9	166,3
Умовна площа житлового фонду, тис.м ²	65 211	20 973	14 456	2 051
Всього необхідна енергія, МВт·год	16 641 791	4 677 051	2 802 968	341 059
<i>Котеджні будинки</i>				
Опалення	337,1	286,8	241,9	199,4
ГВП	14	14	14	14
Освітлення	10	10	10	10
Інше	12,6	12,5	12,3	12,1
Всього, кВт·год/м²	373,7	323,3	278,2	235,5
Умовна площа житлового фонду, тис.м ²	341 939	134 506	91 525	10 178
Всього необхідна енергія, МВт·год	127 782 467	43 485 769	25 462 347	2 396 966
Річне енергоспоживання житлового сектору, МВт·год	190 964 316	64 420 434	36 102 170	4 870 271
ВСЬОГО, МВт·год	296 357 191			

Визначення потенціалу енергозбереження

Основні експлуатаційні затрати в існуючому житловому фонді України є витрати на опалення. Ці затрати можуть бути зменшені шляхом застосування певних заходів з енергозбереження, що в основному являють собою поліпшення теплових характеристик оболонки будівлі, нові системи автоматизації опалення, термостатичний контроль, зміна освітлення, встановлення нового енергоефективного котельного обладнання на рівні будинку та інші. Відновлення та реконструкція мають виконуватися у відповідності з вимогами державних будівельних норм, і показники для інженерних систем, що вказують на енергоефективність, мають бути не нижчі, ніж це встановлено в [8].

Технічно, енергоощадний потенціал, якого можливо досягти, базується на застосуванні доступних практичних і перевірених технічних рішень, не беручи до уваги економічні характеристики та вимоги ринку, таких як:

- теплова ізоляція стін;
- теплова ізоляція покриття;
- встановлення нових енергоефективних вікон;
- встановлення енергоефективного інженерного обладнання систем опалення та вентиляції;

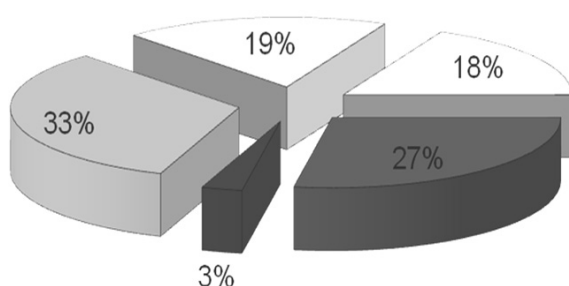
–енергоефективне внутрішнє освітлення.

За всіма вказаними заходами були проведені відповідні розрахунки, в результаті яких отримані середні показники питомого енергоспоживання для різних складових енергетичного балансу будинку. Різниця між значеннями оціненого споживання та споживання після впровадження енергозберігаючих заходів визначає потенційну енергію, що може бути збереженою у житловому фонді.

Узагальнена інформація результатів розрахунків потенціалу енергозбереження наведена у табл.2. Розподіл заощаджень за відповідними заходами з енергоефективності в загальному по Україні приведено на рис.4.

Таблиця 2 – Потенціал енергозбереження для житлового фонду України

Загальне збереження	Зона I	Зона II	Зона III	Зона IV	Всього
	МВт·год	МВт·год	МВт·год	МВт·год	МВт·год
Для багатоквартирних будинків	39 802 511	12 927 504	6 088 965	1 216 180	60 035 160
Для будинків на одну родину	76 594 254	25 529 227	13 884 393	1 179 653	117 187 527
Загальне енергозбереження,	116 396 764	38 456 731	19 973 358	2 395 834	177 222 686



33% - Додаткова теплоізоляція стін
19% - встановлення ЕЕ вікон
18% - додаткова теплоізоляція даху
27% - встановлення ЕЕ інженерного обладнання
3 – Заміна внутрішнього освітлення

Рис.4 – Розподіл заощаджень за відповідними заходами з енергоефективності (ЕЕ) в загальному по Україні

результати розрахунків вказують на те, що впровадження енергоефективних заходів в існуючих житлових будинках України і покращення їх енергоефективності призведе до зменшення загального споживання енергії майже на **180 млн. МВт·год.** Це становить **60%** від прийнятого розрахункового значення базового споживання (300 млн. МВт·год.).

Висновки та перспективи подальших досліджень

Враховуючі низьку якість ввідних даних, отриманих з офіційної статистичної інформації, в якій відсутня значна кількість необхідної інформації для здійснення більш точних розрахунків, варто розглядати отримані результати розрахунків як найкращу оцінку за даних умов. Тим не менш, отриманого результату має бути достатньо для обґрунтування висновку, що потенціал енергозбереження є дуже великим і існує значна потреба у впровадженні заходів щодо зменшення споживання теплової енергії житловим сектором. Також можна зробити висновок, що для

здійснення більш точної оцінки потенціалу енергозбереження необхідно провести детальний аналіз житлового фонду України за регіонами та локальними типами будівель.

Наступним результатом розрахунків є встановлення частки відносного енергозбереження до якої може призвести кожен із розглянутих заходів з енергоефективності. Розрахунки показують (рис.5), що найбільший потенціал енергозбереження мають заходи з влаштування зовнішньої теплоізоляції. Дещо нижчий потенціал мають комплексні заходи з встановлення енергоефективного інженерного обладнання. Майже однаковий потенціал енергозбереження отриманий для заходів з влаштування енергоефективних вікон та для додаткового утеплення даху. Представлені дані дають змогу визначити пріоритетність та послідовність впровадження енергоефективних заходів для отримання оптимального ефекту енергозбереження під час проведення в подальшому досліджень та робіт із забезпечення енергоефективності у житловому секторі.

ЛІТЕРАТУРА

11. Стогній Б.С. Національні пріоритети енергоефективності `2010 / Б.С. Стогній, О.В. Кириленко, А.В. Праховник, С.П. Денисюк, З.Ю. Буцько – К.: “Текст”, 2010. – 580 с.
 12. Житловий фонд України у 2009 році. Статистичний бюлетень. – Державний комітет статистики України. – Київ, 2010. – 351 с.
 13. Статистичний бюлетень про основні показники роботи опалювальних котелень і теплових мереж України за 2009 рік. – Державний комітет статистики України. – Київ, 2010. – 16 с.
 14. Energy statistics, 2008. Energy balance for Ukraine. – International Energy Agency / www.iea.org.
 15. Украина: Энергосбережение в зданиях / ТАСИС – Киев: 1996. – 274 с.
 16. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції: ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. – [Чинний з 01.07.2008].- К.: Мінрегіонбуд України, 2008. - 43 с. – (Державний стандарт України).
 17. EN ISO 13790 Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling.
 18. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006. – [Чинний з 01.04.2007]. – К.: Мінбуд України, 2006. – 64 с. – (Державні будівельні норми України).
- Аннотація:** В статті приведені результати розрахункової оцінки потенціалу енергозбереження в жилищному фонді України, виконаної на базі існуючої статистичної інформації