

В. Л. Гарнага, к. т. н.; К. С. Філатова

МІСТОБУДІВНІ ЗАСОБИ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГІЇ

Питання енергозбереження може стати одним із основних для економічного та соціального розвитку протягом наступних десятиліть. Це відображено у зростанні цін на енергоносії. Подальше нераціональне використання енергоносіїв стає ще очевиднішим на тлі зростання шкоди, яку завдають навколишньому середовищу, тому населення, підприємства та організації, а також все суспільство повинні бути зацікавлені в ощадливому споживанні енергоресурсів та ефективному використанні природних ресурсів.

Ключові слова: джерела енергії, економія енергії, сонячні батареї, архітектура, вітрогенератори.

Актуальність проблеми. Проблема енергозбереження на межі тисячоліть перетворилася на одну з найважливіших загальнолюдських проблем. Раціональне та економне використання природних ресурсів, зменшення шкідливих викидів у атмосферу та ефективне використання електричної й теплової енергій набувають важливого значення в суспільстві. Енергозбереження є не тільки вирішальним, але й найдешевшим джерелом задоволення потреб господарського комплексу в енергоносіях, адже питомі капітальні витрати в енергозбереження значно нижчі від витрат у збільшення видобутку та виробництва енергоносіїв.

З 2016 року Укргазвидобуток ставить завдання вийти лише у 2020 році на видобуток 20 млрд. м³. У 2015 році було видобуто лише 14,5 млрд. м³ власного газу. У 2014 році Україна спожила 38,7 млрд. м³, із них придбала 14,5 млрд. м³ у РФ і 5,1 млрд. м³ в ЄС. А у 2015 році спожила 33,7 млрд. м³ і придбала в РФ 6,1 млрд. м³, а в ЄС – 10,3 млрд. м³. На сьогодні Україна намагається відмовитися від російського газу повністю [1].

Теоретично в Україні є також величезні запаси сланцевого газу. Згідно з останніми даними Управління енергетичної інформації США, його поклади можуть становити 3,6 трлн кубічних метрів. Такого об'єму з урахуванням споживання вистачило б Україні на 70 років. Однак розробка родовищ сланцю та іншого нетрадиційного газу в Україні на початковій стадії [2].

У 2015 році без «зеленого» тарифу працювали 25 об'єктів енергетики, які виробляли електроенергію з відновлюваних джерел установленою потужністю 28,4 МВт та 15 об'єктів – із вторинних енергетичних ресурсів загальною потужністю 585,9 МВт. У попередні роки цими ж об'єктами було вироблено 1486,5 млн. кВт·год.

Крім того, за даними НЕК «Укренерго», згідно з виданими технічними умовами у 2015 році на об'єктах енергетики, що виробляють електроенергію з відновлюваних джерел, було приєднано потужностей в обсязі 2401 МВт, з яких:

- 1178 МВт – на об'єктах вітроенергетики;
- 1198 МВт – на об'єктах сонячної енергетики;
- 5 МВт – на об'єктах малої гідроенергетики;
- 20 МВт – на об'єктах біоенергетики.

На сьогодні в Україні налічують 885 об'єктів, які виробляють теплову енергію з відновлюваних джерел встановленою потужністю 1558,6 МВт, зокрема:

- сонячної енергетики – 0,8 МВт;
- теплових насосів – 5,5 МВт;
- біоенергетики – 1552,3 МВт.

Зазначеними об'єктами в минулому році вироблено 2173 тис. Гкал, що на 90 % більше, ніж у попередні роки, зокрема вироблено теплової енергії:

об'єктами сонячної енергетики – 0,87 тис. Гкал;

тепловими насосами – 6,4 тис. Гкал;

об'єктами біоенергетики – 2165,8 тис. Гкал.

Виробництво теплової енергії об'єктами відновлюваної енергетики дало можливість замінити 253 млн. м³ природного газу [3]. Це дозволяє зробити висновок, що використання альтернативних джерел енергії в міському господарстві є досить ефективним.

Виклад основного матеріалу. Ураховуючи глобальність проблеми, у багатьох країнах (серед яких і Україна) стали розробляти нормативну літературу з питань енергозбереження в містобудуванні та архітектурі.

З 1 липня 2013 року набула чинності Зміна № 1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель», розроблена ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК).

Істотні зміни, внесені до ДБН «Теплова ізоляція будівель», регламентують посилення вимог до мінімально допустимого значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Таблиця 1

Основні зміни ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [4, 5]

№	До зміни	Після зміни
Температурні зони України:		
1	Територію України поділяють на чотири температурні зони. До першої належать: Київська, Житомирська, Вінницька, Рівненська, Хмельницька, Тернопільська, Черкаська, Сумська, Харківська, Луганська, Донецька, Чернігівська області. До другої – Запорізька, Дніпропетровська, Львівська, Луцька, Івано-Франківська, Чернівецька області. До третьої – Одеська, Миколаївська, Ужгородська області. До четвертої – АР Крим.	Територію України поділяють на дві зони. До першої температурної зони належить більшість території України: Вінницька, Волинська, Дніпропетровська, Донецька, Житомирська, Івано-Франківська, Київська, Кіровоградська, Луганська, Львівська, Полтавська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Харківська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська області. До другої температурної зони належать АР Крим, Закарпатська, Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська області.
Зовнішні стіни:		
2	1. Для першої температурної зони України $R_{qmin} = 2,5 - 2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. 2. Для другої $R_{qmin} = 2,0 - 2,5 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.	1. Для першої температурної зони України $R_{qmin} = 3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. 2. Для другої $R_{qmin} = 2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.
Теплоізоляційний шар для фасадних конструкцій:		
3	1. Для першої температурної зони 100 – 120 мм. 2. Для другої температурної зони товщину утеплювача для фасадних конструкцій приймають 50 – 80 мм.	1. Товщина шару повинна бути не менше за 120 – 150 мм. 2. Для другої температурної зони товщину утеплювача для фасадних конструкцій повинна становити не менше 100 мм.
Похилі покрівлі:		
4	1. Для першої температурної зони України було $3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. 2. Для другої раніше показник становив $2,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Під час утеплення похилої покрівлі в першій температурній зоні товщину утеплювача приймають 150 – 200 мм. Для другої температурної зони товщина утеплювача повинна становити 100 – 120 мм.	1. Для першої температурної зони України – $4,95 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. 2. Для другої – $4,9 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. Під час утеплення похилої покрівлі в першій температурній зоні товщина утеплювача повинна становити 250 – 300 мм. Для другої температурної зони товщина утеплювача повинна становити 150 – 200 мм.

Аналіз нормативних документів та змін до них дозволив установити, що в сучасних містобудуванні та архітектурі необхідно максимально використовувати нові енергоефективні технології:

нетрадиційні (альтернативні) джерела електричної енергії: геліогеотермальні, вітрові установки та ін.

енергоефективну оболонку будівлі, яка забезпечує мінімальні тепловтрати й теплоподачу;

енергозберігальне обладнання будівлі – тепловий насос, енергозберігальні електроприлади, енергоефективне освітлення;

АСКУ – автоматизовану систему контролю та управління будівлею та ін.

Сучасні енергозберігальні будівлі початку XXI століття істотно відрізняються від аналогічних за призначенням споруд, спроектованих і побудованих у кінці XX століття, не тільки своїми архітектурно-технічними рішеннями, але й дизайном [6]. Розглянемо деякі приклади архітектурних рішень сучасних енергозберігальних будівель, у яких використовують містобудівні нетрадиційні джерела енергії: енергію сонця, ґрунту, вітру, шуму, геотермальну енергетику, біоенергетику, гідроенергетику.

Енергію сонця вбирають геліоустановки (сонячні батареї, колектори та інші) і застосовують для додаткового обігріву будівлі; нагрівання води будинків і басейнів; опалення будинків; створення електроенергії (освітлення електроприладами й робота); освітлення вулиць; створення геліостанцій та інше.

У сучасних містобудуванні та архітектурі сонячні батареї не тільки розміщують окремо, але й роблять їх умонтованими в покрівлю та фасад будівлі.

Компанія SMIT випустила в продаж систему сонячних батарей Solar Ivy, яка складається з великої кількості листів (гальванічних пластин), що імітують пагони плюща. Систему легко прикріпити на стіни будівель, вона приймає форму поверхні будь-якого рельєфу. При цьому фотоелементи трохи повертаються за рахунок вітру, уловлюючи сонячні промені в різних площинах, що підвищує загальну продуктивність. Форму й тип листя можна підібрати відповідно до дизайну будови. Такий сонячний плющ уже використано на фасадах двох комплексів: Orson Spencer Hall у США і музею навколишнього середовища Montreal Biosphere в Канаді [6].

Також широко використовують енергію ґрунту. Колектори встановлюють у ґрунт, що дозволяє отримати додаткову електроенергію, а також створити геотермальні райони і станції [6].

Україна має певний потенціал розвитку геотермальної енергетики. Це зумовлено термогеологічними особливостями рельєфу та особливостями геотермальних ресурсів країни. Проте на сьогодні наукові, геолого-розвідувальні та практичні роботи в Україні зосереджені тільки на геотермальних ресурсах, які представлені термальними водами. За різними оцінками, економічно доцільний енергетичний ресурс термальних вод України становить до 8,4 млн. т н.е./рік.

За прогнозами Національних планів дій з відновлюваної енергетики країн Європейського Союзу, електричне застосування геотермальної енергії повинно майже подвоїти її виробництво у 2020 р., тобто це буде 10,9 ТВт×год за 1 613 МВт встановленої потужності. Для досягнення цієї мети не лише країни-виробники геотермальної енергії повинні значно збільшити наявні встановлені потужності (в Італії до 920 МВт, у Німеччині до 298 МВт, у Франції до 80 МВт, у Португалії до 75 МВт), але й інші країни повинні розвивати власні сектори, наприклад, Греція (120 МВт), Угорщина (57 МВт), Іспанія (50 МВт) та Словаччина (4 МВт). Здебільшого такого розвитку можна буде досягти завдяки функціонуванню установок подвійного циклу [7].

Вітроенергетика — галузь альтернативної енергетики, яка спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії вітру в електричну енергію.

Процес будівництва української вітроенергетики розпочався ще 1996 році. Інститутом відновлюваної енергетики НАН України складено карту вітроенергетичного потенціалу нашої країни. Найпривабливішими регіонами для використання енергії вітру є узбережжя Чорного та Азовського морів, гірські райони тимчасово окупованої АР Крим, територія Карпатських гір, Одеська, Херсонська та Миколаївська області.

Згідно зі звітом Світової вітроенергетичної асоціації, потужність енергії вітру у світі сягає 336 327 МВт. Загальна встановлена потужність енергії вітру на середину 2014 р. складає близько 4% світової потреби в електроенергії.

П'ять традиційних країн вітроенергетики – Китай, США, Німеччина, Іспанія та Індія – разом представляють 72% світової потужності вітроенергетики. Щодо нових доданих потужностей, частка Великої п'ятірки збільшилася з 57% до 62% [8].

Суть роботи вітрового генератора полягає в такому: енергія повітряних мас крутить лопасті турбіни, перетворюючись у електроенергію, яку можна використовувати для освітлення будинків, вулиць та інших об'єктів. Повітряні турбіни бажано встановлювати на хмарочоси, оскільки сила вітру на них сильніша.

Прикладом вдалого розміщення повітряної турбіни є хмарочос у формі яйця – «Envision Green Hotel» – робота архітектурного бюро Michael Rosenthal Associates (Майамі, США). Споруда представляє собою вітрову вежу з урбаністичним екоготелем. Його фасади вкриті фотогальванічними структурами, що дозволяє використовувати й накопичувати електроенергію без утручання центральної електромережі міста. За рахунок вітрових турбін нагріваються котли з водою для водопостачання та опалення будівлі. По периметру готелю розміщені спеціальні резервуари для забору й подальшої фільтрації дощової води, яку використовують для басейнів.

Італійські дизайнери Франческо Коларосси, Джованна Саракіно й Луїза Саракіно провели реконструкцію старого зношеного моста між містами Багнару і Сцілу протяжністю 20 км (рис. 1) [9]. Вони запропонували оригінальний дизайн екологічно чистого моста, у якості елементів художнього декору якого використовують великі вітрогенератори, що заповнюють вільний простір між колонами, і сонячні батареї на поверхні дороги. У цій частині країни електроенергія досить дорога, тому вимоги до проекту – краса й оригінальність дизайну, розв'язання стратегічної задачі функціональності моста, економія коштів під час будівництва та одержання електроенергії мінімум для 15000 будинків, розташованих в околиці [6].



Рис. 1. Solar Wind – міст із сонячними батареями та вітрогенераторами в Калабрії, Італія

Сучасний мегаполіс і вдень і вночі пронизаний шумовими коливаннями, енергія яких витрачається на коливання повітря, при цьому не несучи ніякої користі. Сьогодні вчені вважають, що стук вагонних коліс, гул автомагістралей, звуки поліцейських сирен, будівельний шум, тупіт ніг і людські голоси – усе це може бути корисним людині, бо буде змушене виробляти електроенергію [10]. Прикладом енергії шуму є Soundscaper, хмарочос, вкритий чутливими до шуму «віями», що перетворюють міський шум у джерело екологічно чистої енергії. Будівлю можна побудувати недалеко від основних автомагістралей, залізничних вузлів та інших джерел максимального шумового забруднення міста. На кожному хмарочосі близько 84000 електроактивних «вій», кожна з яких перетворює звукові коливання в кінетичну енергію, а потім – в електрику. Один Soundscaper може виробляти 150 мегават енергії, приблизно 10% від потреби освітлення всього Лос-Анджелеса. Кілька таких хмарочосів зможуть задовольнити потребу в електроенергії мегаполісу. Крім одержання екологічно чистої енергії, зменшуються викиди вуглекислого газу й залежність від викопного палива [6].

Біоенергетика – галузь енергетики, заснована на використанні біопалива, яку виробляють із біомаси.

Біомаса – біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства (рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних із ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових і побутових відходів).

Для України біоенергетика є одним зі стратегічних напрямків розвитку сектора відновлюваних джерел енергії, зважаючи на велику залежність країни від імпортованих енергоносіїв, насамперед, природного газу, і великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії. На жаль, темпи розвитку біоенергетики в Україні досі істотно відстають від європейських. На сьогодні частка біомаси у валовому кінцевому енергоспоживанні становить 1,78%. Щорічно в Україні для виробництва енергії використовують близько 2 млн. т у. п./рік біомаси різних видів. На деревину припадає найвищий відсоток використання економічно доцільного потенціалу – 80%, тоді як для інших видів біомаси (за винятком лушпиння соняшника) цей показник на порядок нижче. Найменш активно (на рівні 1%) реалізується енергетичний потенціал соломи зернових культур та ріпаку.

В Україні щорічно збирають понад 50 млн. т зернових культур, після яких залишаються у значних обсягах солома й рослинні відходи як побічні продукти сільськогосподарського рослинництва. Річний технічно досяжний енергетичний потенціал твердої біомаси в Україні є еквівалентним 18 млн. т н. е., а його використання дає змогу щорічно заощаджувати близько 22 млрд. м³ природного газу. Найбільший потенціал твердої біомаси зосереджений у Полтавській, Дніпропетровській, Вінницькій та Кіровоградській областях і становить понад 1,0 млн. т н. е./рік. Для визначення виходу соломи й рослинних залишків використовують коефіцієнт відходів – відношення урожаю соломи або стебел рослин до урожаю зерна. За різними оцінками, на кожен тону зерна можна отримати 1,5 – 2,0 т соломи або рослинних залишків. 50 – 60% соломи пшениці, ячменю, жита використовують для утримання худоби та удобрення ґрунтів, а стебла кукурудзи та соняшнику залишаються на полях після збирання врожаю. Отже, в Україні є достатній енергетичний потенціал соломи й рослинних відходів. Значну частину соломи після збирання пресують у тюки, брикети та пелети й використовують для опалення. На 14 підприємствах олійної промисловості спалюють понад 500 тис. т лушпиння соняшнику й 120 тис. т його гранулюють. Лісистість території України становить близько 16% її загальної площі. Щорічно заготовляють 16 – 17 млн. м³ ділової деревини; відходи переробки деревини складають до 10 млн. м³. На сьогодні близько 70% відходів деревини у вигляді тирси, трісок, пелет і брикетів використовують як біопаливо [11].

Гідроенергетика – галузь відновлюваної енергетики, що спеціалізується на використанні енергії від течії води [12].

Україна має значний потенціал використання ресурсів малих річок (переважно в західних регіонах), що складає майже 28% загального гідропотенціалу всіх рік України.

За використання гідропотенціалу малих річок України можна досягти значної економії паливно-енергетичних ресурсів, причому розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, що розв'яже низку проблем в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості.

Станом на 2015 рік в Україні діяло 102 МГЕС із загальною встановленою потужністю близько 80 МВт, які виробили у 2015 році 251 млн. кВт·год. При цьому варто зазначити, що в 60-х роках минулого сторіччя в Україні існувало більше 1000 малих ГЕС. Деякі з них є можливість відновити.

Сьогодні в експлуатації перебуває понад 800 ГВт гідроенергетичних потужностей з річним обсягом виробництва електроенергії близько 7080 ТВт·год. За оцінкою Міжнародного енергетичного агентства, 5 % світового потенціалу гідроенергетики реалізують через МГЕС. Технічний потенціал малої гідроенергетики оцінюють на рівні 150 – 200 ГВт. Економію органічного палива за рахунок використання потенціалу малої гідроенергетики в загальному виробництві енергії на 2020 рік прогнозують в обсязі 69 і 99 млн. т у. п. відповідно для песимістичного й оптимістичного варіантів розвитку світової енергетики. Більша частина неосвоєного потенціалу гідроенергетики в Африці, Азії і Латинській Америці [13].

Висновки. Енергозбереження є єдиним правильним шляхом до виживання в майбутньому. На жаль, основні виробничі фонди в нашій країні не оновлювали майже протягом 40 – 50 років, за цей час науково-технічний рівень решти країн пішов далеко вперед, а ми продовжуємо споживати для виготовлення власної продукції втричі більше енергоносіїв, ніж решта країн світу. Досягти їхнього рівня можливо лише за рахунок використання нових енергозберігальних технологій, а також за рахунок докорінної реконструкції інженерних мереж міста, утеплення будинків (стін, фундаментів, стель, горищ, підвалів) та максимальної економії енергетичних ресурсів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Центр досліджень енергетики [Електронний ресурс] / Україна на узбіччі газового ринку Європи, або що нас очікує після 2020 року? // Режим доступу: <http://eircenter.com/ua-analitiika/ukrayina-na-uzbichchi-gazovogo-rinku-yevropi-abo-shho-nas-ochikuye-pislya-2020-rokuo>
2. Lb.ua. Вибране для всіх [Електронний ресурс] / Компанія "Укргазвидобування" підрахувала, на скільки років вистачить її запасів газу // Режим доступу: http://ukr.lb.ua/news/2014/04/02/261689_ukrgazdobicha_podschitala.html.
3. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Сучасний стан // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stan>.
4. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [Електронний ресурс] / Зміна № 1 до ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» // Режим доступу: http://teplodim.info/upload/blocks/izmeneniya_k_dbn-v-2-6-31-2006_pdf_1435062541.pdf.
5. ДБН В.2.6-31:2006 «Теплова ізоляція будівель» [Електронний ресурс] / «Теплова ізоляція будівель» // Режим доступу: <https://docs.google.com/file/d/0B6RpAgaD6t-iTHIFczMzSnVpTFk/edit>.
6. Витвицкая Е. В. Современная энергосберегающая архитектура / Е. В. Витвицкая, Д. О. Бондаренко // Теория градостроительства. – 2013. – Вип. 13. – С. 42 – 48.
7. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Геотермальна енергія // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/ae/geoenergy>.
8. Держенергоефективності України [Електронний ресурс] / Вітроенергетика // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/windenergy>.
9. Solar Wind - міст з вітрогенераторами і сонячними батареями [Електронний ресурс] / Solar Wind – міст с вітрогенераторами и солнечными батареями // Режим доступу: <http://energycraft.ru/nauchnie-dostijeniya/solar-windmost-s-etrogeneratorami-i-solnechnymi-batarejami.html>.

10. *Новости України* [Електронний ресурс] / Чиста енергія з міського шуму // Режим доступу: <http://ukrnews.com/nauka-i-tehnologii/chista-energ-ja-z-m-skogo-shumu.html>.
11. *Держенергоефективності України* [Електронний ресурс] / Біоенергетика // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/bioenergy>.
12. *Вікіпедія* [Електронний ресурс] / Гідроенергетика // Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%96%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>.
13. *Держенергоефективності України* [Електронний ресурс] / Гідроенергетика // Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>.

Гарнага Вікторія Леонідівна – к. т. н., доцент кафедри містобудування та архітектури, ФБТЕГП.

Філатова Катерина Сергіївна – студент, ФБТЕГП.
Вінницький національний технічний університет.