

## ПАСИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В АРХІТЕКТУРНИХ ФОРМАХ

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна*

**В роботі розкривається необхідність використання пасивних геліосистем та поглиблення вивчення методики розрахунку використання стіни Тромба-Мішеля в пасивних будинках.**

**Постановка проблеми.** В регіонах України є всі передумови для інтенсивного використання значного потенціалу нетрадиційної енергетики та різних видів альтернативного палива. До НВДЕ належать сонячна, вітрова, гідроенергія – енергія малих водотоків, геотермальна теплова енергія, використання рослинної біомаси і т.і.

Перспективним напрямом створення надійних систем енергозабезпечення є широке використання сонячної енергії. Ефективному використанню сонячної енергії в Україні сприяють кліматичні та географічні умови. Сонячні системи поділяються на активні і пасивні. З основних напрямків використання сонячної енергії для підвищення ефективності опалення пасивного будинку можна виділити кілька типів систем: наприклад, геліотеплиця, оранжерея або зимовий сад, прибудовані до південного фасаду будівлі, південні засклені теплоакумуляційні стіни, вікна, тераси, балкони..

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Розгляд питань ефективного використання пасивних геліосистем вивчалися такими вченими, як: Ю. А. Табунщиков, В. Гавриш, Є. Гудзь, Г. Бекман, Г. Калетнік, А. Макаров, Д. Вулстон, В. Маляренко, В. Петренко, М. Рихальський, В. Сіренко, Д. Стребков, Г. Терентьев, А. Щербина та іншими. Лівінський О. досліджував енергозберігаючі технології, матеріали в будівництві; проблемою акумулювання сонячної енергії займався Бекман Г. Проте комплексне вирішення цієї проблеми сьогодні залишається актуальним.

**Формулювання цілей та завдання статті.** Надати теоретичне обґрунтування ефективності використання пасивних сонячних систем, розглянути питання щодоможливості застосування в архітектурних конструкціях стіну Тромба-Мішеля, як альтернативного джерела енергії, оскільки її використання поки що мінімальне в Україні..

**Основна частина.** Сонце щосекунди випромінює  $12 \cdot 10^{20}$  кВт·год теплоти, що еквівалентно  $1,25 \cdot 10^{16}$  т у.п. На Землю потрапляє частина цієї енергії - близько  $1 \cdot 10^{18}$  кВт·год ( $123 \cdot 10^{12}$  т у.п.) за рік. Це майже в 10000 разів більше світового споживання енергії [1 – 3] і приблизно в 100 разів більше енергії всіх розвіданих горючих копалин на Землі.

Середня інтенсивність сонячного випромінювання в більшості районів земної кулі становить 200...250 Вт/м<sup>2</sup>. Безпосередньо на поверхню Землі потрапляє близько 50% загальної кількості сонячного випромінювання, яке проходить через верхні шари атмосфери [4].

Надходження сумарної сонячної радіації змінюється, досягаючи свого максимуму опівдні на протязі доби; максимуму в літні місяці і мінімуму в зимові місяці – протягом року. Різним регіонам планети також властива різна інтенсивність сонячної радіації протягом року – в районах пустель в зимовий час надходження сумарної сонячної радіації майже в 2 рази менше в порівнянні з літнім періодом року [5]. У південних районах України це співвідношення становить 4...5, а в північних – 6...7.

Вихід нашої держави на міжнародний ринок альтернативної енергетики закономірний. Адже, за кліматичними умовами Україна має рівні можливості з багатьма європейськими державами. Середня інтенсивність сонячного випромінювання складає близько  $1200 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$  [4].

За підрахунками фахівців, на території України річні потенційні енергетичні ресурси Сонця для забезпечення гарячого водопостачання й опалення можуть складати до  $28 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2$  теплової енергії. Реалізація такого потенціалу могла б заощадити 3,4 млн. т умовного палива на рік [3].

Основні напрями розвитку сучасної архітектури визначені осмисленням нових аспектів естетики архітектурної форми, що пов'язані з новими соціальними функціями будівель, з новітніми конструктивними, інженерно-технологічними розробками, а також з вирішенням проблем удосконалення окремих якостей архітектурного об'єкта, зокрема, їх енергоекономічності.

Поняття «енергоекономічний архітектурний об'єкт» охоплює ті будинки, при проектуванні і будівництві яких застосовано комплекс заходів, спрямованих на енергозбереження. Основними заходами економії теплової енергії в будинку є удосконалення архітектурно-планувального рішення, покращання теплофізичних характеристик огорожуючих конструкцій та застосування інженерного обладнання, що дає змогу отримувати, перетворювати та акумулювати енергію з так званих «альтернативних» джерел енергії.

Ефективному використанню сонячної енергії в Україні сприяють кліматичні та географічні умови: кількість годин сонячного сяйва становить 1750-2550 годин на рік, а сумарна інтенсивність сонячної радіації  $0,92-1,23 \text{ Гкал} / \text{м}^2$  горизонтальної поверхні, що є підставою для впровадження та експлуатації геліосистем [6].

За способом перетворення сонячного випромінювання у теплоту, що застосовується у побуті і на виробництві сонячні системи поділяються на **активні і пасивні: активні** – прокачування нагрітої рідини може здійснюватися як вимушено з примусовою циркуляцією теплоносія, з використанням насосів, так і природним шляхом – **пасивні** системи, або термосифонні, з природною циркуляцією, яка зумовлена перепадом температури і тиску, природною конвекцією.

Як правило, в будівлях з пасивним сонячним опаленням для підвищення ефективності синхронно використовується кілька типів систем: наприклад, геліотеплиця, оранжерея або зимовий сад, прибудовані до південного фасаду будівлі, південні засклені теплоакумулювальні стіни, вікна, тераси, балкони.

Пасивні сонячні опалювальні системи найбільш поширені в Австралії та Йорданії. У будинку з південною орієнтацією на опалення витрачається на 15...25% менше палива, ніж в подібному будинку з східної чи західної орієнтації. Найбільшою економії можна досягти при виконанні внутрішнього оформлення будівель з теплопоглинальних матеріалів і при покритті вікон зсередини тепловідбиваючими прозорими плівками [7].

Неопалювана скляна прибудова до будинку з південного боку (наприклад, теплиця, балкон, тераса або дворик) сприяє збереженню тепла [7]. Такий конструкційний елемент забезпечує додатково житловий простір в сонячні дні.

Вікна пасивних будинків працюють як сонячні колектори – теплонадходження від пасивного використання сонячної енергії вносять основний внесок у відшкодування тепловтрат.

Завдяки наявності прозорого огороження (скла) в будинках забезпечується можливість акумулювання більшої часті енергії сонячного випромінювання. Короткохвильове сонячне випромінювання безперешкодно проникає крізь скло в залежності від його товщини і чистоти поверхні. Скло пропускає електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 0,3-2,4 мкм. У цій області спектра зосереджена найбільша частина сонячної енергії, в тому числі сюди входить область видимого світла з довжиною хвилі 0,35-0,75 мкм

При попаданні сонячного випромінювання на темну поверхню воно перетворюється в теплову енергію з довжиною хвилі близько 10 мкм (область довжин хвиль теплового випромінювання становить 4-50 мкм). Більшість матеріалів, за винятком деяких сортів органічного скла, не пропускає це випромінювання, воно поглинається поверхневим шаром, нагріваючи його [8].

У порівнянні з тепловими енергоустановками, що споживають паливо, сонячні енергоустановки володіють деякими специфічними особливостями, які роблять доцільним застосування суміщених систем теплового акумулювання [9].

Надходження первинної енергії змінюється відповідно до добового і річними циклами і, крім того, залежить від погодних умов. Це означає, що нерівномірний не тільки графік споживання, але і графік вироблення. Внаслідок цього необхідність в акумулюванні енергії зростає, за винятком того рідкісного випадку, коли обидва графіка узгоджуються.

Існуючі теплові акумулятори поділяються на два основних типи: акумулятори відкритого тепла; акумулятори прихованого тепла. Акумулятори відкритого тепла утримують теплову енергію завдяки збільшенню накопичується тепла, що є наслідком підвищення температури теплоносія.

У більшості країн найбільш дешевим засобом акумулювання тепла є вода. Вона дозволяє отримати найвищий рівень тепла. Багато фахівців розглядають воду як кращу форму зберігання тепла, хоча проблеми корозії представляють певні труднощі ( $1 \text{ м}^3$  чистої води зберігає 4200 кДж / °С). Крім води хорошими акумуляторами тепла є такі дешеві матеріали, як камінь, крупнозернистий гравій або галька (бетонна або цегляна). Однак ці матеріали потребують великих об'ємів внаслідок незначного температурного діапазону [9].

Система короткочасного теплового акумулювання необхідна в багатьох кліматичних зонах для компенсації впливу на сонячну енергоустановку раптових метеорологічних змін, таких, як поява хмарності. Для таких випадків достатня ємність акумулювання, що становить близько півгодини повного навантаження [10].

Перша пасивна геліосистема була запатентована в США в 1881 р. Це був патент на заклепу південну стіну темного кольору. У 1972 р вона була знову запатентована у Франції і по іменах винахідника і архітектора отримала назву стіни Тромба-Мішеля [11].

Заміський будинок можна обігрівати за допомогою пасивних сонячних елементів, спорудивши на фасаді вдосконалену стіну Тромбу-Мішеля.

Стіни Тромбу-Мішеля ділять на два основні різновиди – вентилязовані і не вентилязовані.

Складається стіна Тромба-Мішеля зі скляної стіни, орієнтованої на південь. Між скляною стіною і стіною будинку, пофарбованої в чорний колір, залишається невеликий повітряний простір. Відстань між масивною стіною і склінням повинно бути в межах 1,5...7,5 см. Більша відстань може призвести до конвекції в цьому просторі і погіршити акумуляцію тепла.

Сонячна енергія легко проходить крізь скло і накопичується в чорній стіні. Нагріте повітря в просторі між склом і стіною починає підніматися. У стіні будівлі, обгородженій склом, пророблені два отвори – вгорі і внизу, завдяки яким тепле повітря циркулює в межах житлового приміщення, створюючи ефект термосифона.

У холодну ніч може йти зворотний процес, тому отвори в стіні слід закривати, а між склом і стіною опускати термоізоляційну штору. Влітку стіна Тромба-Мішеля діє в зворотному порядку – охолоджує і посилено вентилює приміщення будинку. Тобто – обігрів, і кондиціонування приміщення йде без використання дорогих енергоносіїв, і складних механізмів. Слід враховувати особливості ландшафту – сусідні споруди, дерева, рельєф, які так само захищають будинок від занадто яскравого сонця влітку, і холодних вітрів взимку. І естетично і термічно стіни Тромба-Мішеля працюють найкраще тоді, коли вони об'єднані з вікнами південної орієнтації. Наприклад, вони вельми ефективні при влаштуванні вікон між стінами Тромбу, або тоді, коли вікна розташовані над стінами Тромбу.

Зовнішня поверхня повинна бути масивною з коефіцієнтом поглинання більш 0,92. Досягається такий високий коефіцієнт поглинання застосуванням селективних покриттів. Використання селективних покриттів дозволяє збільшити ефективність стіни до 30% (більше 60% у більш північному кліматі).

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Перспективним напрямом створення надійних систем енергозабезпечення та істотного поліпшення умов життя і праці для населення є широке використання сонячної енергії, яка може забезпечити чималу частку потреби в теплі навіть в умовах північного клімату. Здебільшого методи використання енергії сонця економічно ефективні, однак частка використання сонячної енергії все ще доволі мала.

За прогнозами вчених [8], використання сонячної енергії всіма країнами світу у наступному столітті збільшиться у 5 разів і становитиме 30% від загального обсягу енергетичного балансу, займаючи друге місце після атомної енергетики.

Огляд основних сучасних літературних джерел показує, що на сьогоднішній день не вирішено ряд питань пов'язаних з проектуванням стіни Тромба-Мішеля, такі як:

- методика розрахунку товщини прошарку повітря в залежності від висоти та матеріалу стіни;
- товщина та тип матеріалу масивної стіни;
- тип матеріалу скла для скління стіни;
- тип селективного покриття.

### Література

1. *Андерсон Б.* Солнечная энергия / *Б. Андерсон.* – М. : Энергоатомиздат, 1982. – 374 с.
2. *Ахмедов Р. В.* Технология использования нетрадиционных и возобновляемых источников энергии / *Р. В. Ахмедов* // Итоги науки и техники. Нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. – М., 1987.
3. *Васильев Ю. С.* Экология использования возобновляющихся энергоисточников / *Ю. С. Васильев, Н. И. Хрисанов.* – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 343 с.
4. *Бринкеорт Б.* Солнечная энергия для человека / *Бринкеорт Б* [Пер. с англ] // Под. Ред. Б. В. Тарнижевского. – М. : Мир, 1976. – 291 с.
5. *Кириллин В. А.* Энергетика. Главные проблемы: (В вопросах и ответах) / *В. А. Кириллин.* – М. : Знание, 1990. – 128 с – Трибуна академика.
6. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. – [Дата введення 2011-11-01]. / МінрегіонбудУкраїни. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Национальный стандарт Украины).
7. *Ольсен Г. Б.* Солнечное отопление. Энергетический экологический офис. Руководство / *Г. Б. Ольсен* – Под общей ред. Э. Виккельсо, К. Пледждрупа // Эхо-Восток. – К., 1996. – С. 58–67.
8. *Эрат Б.* Теплица в вашем доме / *Б. Эрат, Д. Вулстон* // Справ, пособ. Пер. с фин. В. П. Калинина; Под ред. Н. В. Оболенского. – 2-е изд. – М. : Стройиздат, 1994. – 191 с.
9. *Табунициков Ю. А.* Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений / *Ю. А. Табунициков, Д. Ю. Хромец.* – М. : Стройиздат, 1986. – 380 с.
10. *Бекман Г.* Тепловое акамулирование энергии. / *Г. Бекман, П. Гилли* [Пер. с англ. Под. ред. Бродянского В. М.]. – 1987. – 272 с.
11. *Харченко Н. В.* Индивидуальные солнечные установки / *Н. В. Харченко* – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 208 с.

12. *Кащенко Т. О.* Журнал БудМайстер / *Т. О. Кащенко* // №02 (90), 21 января 2000 г.

13. *Мхитарян Н. М.* Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы / *Н. М. Мхитарян*. – Киев : Наукова думка, 1999. – 318 с.

## **ПАССИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМАХ**

*Давыденко Е. П.*

В работе раскрывается необходимость использования пассивных гелиосистем и углубление изучения методики расчета использования стены Тромба-Мишеля в пассивных домах.

## **PASSIVE USING SOLAR ENERGY IN ARCHITECTURAL FORM**

*E. Davydenko*

The work reveals the need for passive solar systems and deepening the study of methods of calculation used Trombe-Michel walls in passive houses.