

КРОКИ ЩОДО ДОСЯГНЕННЯ СТАТУСУ БУДІВЛІ ЯК ТАКОЇ, РІВЕНЬ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ЯКОЮ Є МАЙЖЕ НУЛЬОВИМ. ІНТЕГРАЦІЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ЦЬОЇ ЦІЛІ

Козюпа Т. К., магістрант

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра відновлюваних джерел енергії

Вступ. Розбудова сталих (*sustainable*), інклюзивних, стійких до змін клімату та, що найважливіше – орієнтованих на мінімальне споживання ресурсів, помешкань і громадських будівель є фокусом Цілей Сталого Розвитку (далі – ЦСР) №№ 9 та 11. Дійсно, на даному етапі розвитку суспільства, в бідних країнах та таких що розвиваються, ми зіткнулися з проблемою існування водночас застарілих (як морально, так і фізично) будівель, які абсолютно не підпадають під жоден із існуючих стандартів енергоефективності, та найновітніших технологій виробітку енергії з відновних джерел (сонячна енергетика, вітрова, біоенергетика тощо). Постає логічне питання: яким чином реально можна зв'язати ці три, на перший погляд, важкопоєднуваних поняття: будинок, нульовий рівень споживання енергії та установки, що утилізують відновлювані джерела енергії. Відповіддю на це питання є багатогранний, складний та послідовний процес визначення енергопотреби та підбору необхідного обладнання разом із оцінкою зайнятої ним або земельної, або іншої площі. Одним із існуючих стандартів будівель, котрі підпадають під такий критерій, критерій мінімального сподівання енергії, є так звані “Будівлі з близьким до нульового рівнем споживання енергії” (далі – БНСЕ, *Nearly Zero Energy Building*)

Мета роботи. Створення концептуального підходу щодо оцінки енергоефективності будівлі і шляхів її (енергоефективності) підвищення, та обрахунку необхідної величини встановленої потужності установки з відновлюваним джерелом енергії (ВДЕ).

Матеріали і результати досліджень. Послідовність кроків, необхідних для досягнення вищезазначеної мети може бути зведена до наступних:

- проаналізувати макрокліматичні умови місцевості;
- запропонувати конструктивні рішення щодо пасивного дизайну будівлі;
- мінімізувати енергоспоживання на опалення;
- оцінити річну енергопотребу на опалення як найбільш енергоємнішу операцію для підтримки комфортного мікроклімату;
- визначити параметри установки з ВДЕ;
- за потреби – розробити електричну схему приєднань установки з ВДЕ.

Задля спрощення викладки та розуміння матеріалу читачами, в даній статті в якості установки з ВДЕ використовується наземна сонячна електрична станція (далі – фотовольтаїчна установка).

Перший крок – аналіз макрокліматичних умов місцевості. До них належать: температура навколишнього середовища (середньорічна, сезонна, добова), сонячна радіація (інтенсивність, азимутальний та зенітний кути), роза вітрів, об’єм опадів, наявності поблизу водойм, положення об’єкту проектування відносно прилягаючих об’єктів, які викликають затінення, завихрення вітрових потоків тощо.

Другий крок – висування релевантних конструктивних рішень щодо інтер’єру та екстер’єру будівлі. До таких можна віднести: кріплення навісів або рухомих елементів для блокування надходження сонячного випромінювання до будинку в неопалювальний період (інакше невідворотним буде перегрівання повітря всередині), побудова даху такого профілю і під таким кутом, що водночас забезпечував би безперешкодне надходження сонячної радіації взимку, кріплення вищезазначених навісів під оптимальним для блокування променів кутом влітку, та встановлення геліосистем під оптимальним для даної широти кутом (рис. 1. Тут сонячне випромінювання взимку 1 безперешкодно потрапляє всередину через скління 4 та 6; влітку 2 – блокується навісами 3 та 5; геліосистема 7 закріплена на даху, що, в свою чергу, є спорудженим під кутом нахилу β , оптимальним для її роботи), аналіз просторової будови (отриманої на етапі виготовлення) матеріалу, що підходить власникам БНСЕ в якості енергоефективної (хороший приклад – будівельний блок типу “*honeyscomb*”). Для стін, до прикладу, замість традиційної цегли з коефіцієнт теплопровідності $k = 0.58$ Вт/м·К [1], можна застосувати пінобетон марки D700 (середня густина $630 \text{ кг/м}^3 \leq \rho \leq 740 \text{ кг/м}^3$). За [2, додаток Б], коефіцієнт теплопровідності k такої марки пінобетону становить 0.18 Вт/м·К. За аналогічним принципом підбирається конструкція підлоги та даху. Так, до прикладу, то ефективним рішенням щодо підлоги буде так звана “плаваюча” підлога (*floating floor*), суть якої – створення подушки повітряної або ізолюваної теплоізоляційним матеріалом (мінеральна вата тощо).

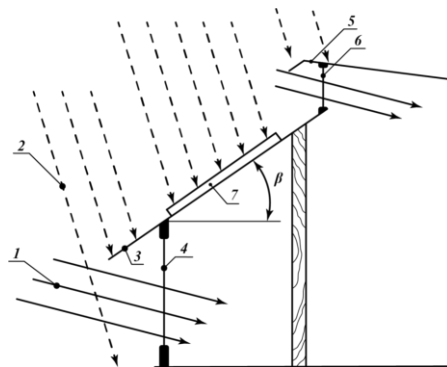


Рисунок 1 – Один із можливих варіантів зведення БНСЕ (в перерізі)

Третій крок – мінімізація енергоспоживання на опалення. Надзвичайно сильний ефект на цьому етапі дає модернізація або ж цілковите заміщення системи вентиляції в домі. Отже, в цілому, цей етап можна звести до мінімізації

тепловтрата через вентиляцію, а саме – застосувавши так звану рекуперативну вентиляцію, де внутрішнє тепле повітря не викидається назовні дарма, – акумульоване повітрям тепло проходить крізь теплообмінник у системі вентиляції та здійснює попередній підігрів припливного повітря. Підбір рекуперативної вентиляції на етапі грубої оцінки здійснюється шляхом визначення необхідної кратності повітрообміну Kp (за довідковими даними). Далі визначається розрахункова витрата повітря L за формулою

$$L = \sum_k (Kp_k \cdot V_k) \quad (1)$$

де Kp – кратність повітрообміну, год⁻¹
 V – об’єм розглядуваного приміщення, м³

Необхідними для подальших розрахунків характеристиками рекуперативної вентиляції, з підбраною розрахунковою витратою повітря за (1), є споживана потужність $P_{\text{спож}}$ та ККД рекуператора $\eta_{\text{розра}}$.

Четвертий крок – оцінка річної енергопотребы на опалення. Для цього можна скористатися методикою, детально прописаною в ДСТУ Б А.2.2-12:2015 “Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні” [3]. Так, для кожного місяця енергопотребу для опалення $Q_{\text{H,nd}}$, Вт·год, розраховують за формулою:

$$Q_{\text{H,nd}} = Q_{\text{H,ht}} - \eta_{\text{H,gn}} \cdot Q_{\text{H,gn}}, \quad (2)$$

де $Q_{\text{H,ht}}$ – сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт год
 $Q_{\text{H,gn}}$ – сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт год
 $\eta_{\text{H,gn}}$ – безрозмірний коефіцієнт використання надходжень

По черзі знаходиться кожна з компонент рівняння (2); результати обчислення $Q_{\text{H,ht}}$ для кожного місяця зводяться до загальної таблиці.

П’ятий крок – визначення параметрів установки з ВДЕ (в нашому випадку – мережевої фотовольтаїчної установки). Детально це можна здійснити із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення типу PVsyst, SAM, PV SOL тощо. На цьому етапі необхідно визначити:

1. Кількість модулів на стрінг (**M**odules **P**er **S**tring, *MPS*)
2. Кількість паралельних стрінгів (**S**trings **i**n **P**arallel, *SiP*)
3. Чи входять номінальні значення струму та напруги підмасивів фотомодулів у діапазони допустимих значень вхідних струму та напруги інвертора
4. Число необхідних інверторів (**N**umber of **I**nverters, *NoI*)
5. Кінцево, встановлену потужність масиву фотомодулів.

Останній, шостий крок – розробка електричної схеми приєднань установки з ВДЕ до мережі та будинку. Як приклад, на рис. 2 наведено варіант електричної схеми приєднань електростанції в однолінійному виконанні. На ньому два масиви

фотомодулів *PV1* та *PV2* через інвертор *UZ* генерують електроенергію, котра постачається в центральну енергосистему.

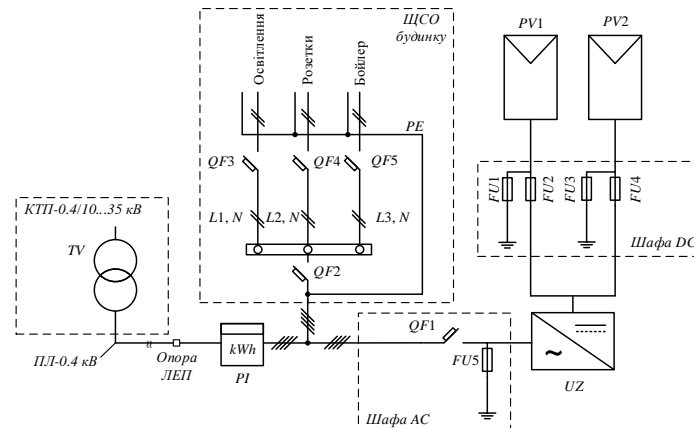


Рисунок 2 – Електрична схема приєднань сонячної електростанції до мережі (однолінійне виконання)

Висновки. Запропонованим підходом щодо мінімізації енергоспоживання можна досягти виконання зазначених на початку ЦСР №№ 9 та 11. Так, безумовно початкові капіталовкладення повинні бути значними, проте це компенсується “інвестицією” в екологічне майбутнє наших поколінь. Адже, важливість зведення та експлуатації будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії в даному столітті є очевидною: це як піклування про прийдешні покоління шляхом консервації природи та її ресурсів, так і забезпечення себе (як людини) енергонезалежністю від умов навколишнього середовища. Перевагою зведення та експлуатації таких будівель є, першочергово, мінімізація втрат енергії на забезпечення комфортних мікрокліматичних умов, зменшення споживання енергоресурсів та зменшення навантаження на енергомережі держави, і в другу, але далеко не останню по важливості, чергу – ширше використання установок з відновлюваними джерелами енергії (ВДЕ), що якраз і є пристроями заміщення використання традиційних палив. Останнє, зокрема, популяризує установки з відновлюваними джерелами енергії серед населення та стимулює перехід до “зеленої” енергії на рівні домогосподарств.

Перелік посилань

1. ДСТУ Б В.2.7-61:2008. Цегла та камені керамічні рядові та лицьові. На заміну ДСТУ Б В.2.7-61-97 ; чинний від 2009-08-14. Вид. офіц. Київ : Держ. підприємство "Укрархбудінформ", 2009. 33 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-137:2008. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. На заміну ГОСТ 21520-89 ; чинний від 2008-10-01. Вид. офіц. Київ : Держ. підприємство "Укрархбудінформ", 2008. 16 с.
3. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Чинний від 2016-01-01. Вид. офіц. Київ : Держ. підприємство "Укрархбудінформ", 2015. 145 с.