

## СВІТОВИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

*Коломійчук В.Г., ПЦБ-347*

*Науковий керівник – ст. викладач Тігарєва Т.Г.*

Світова енергетична криза в кінці ХХ століття та імовірність швидкого виснаження світових запасів палива, а також погіршення екологічної ситуації в світі виявили протиріччя між станом сучасної енергетики і потребами суспільного розвитку, що змусило людство задуматися про використання інших видів енергоресурсів. Зросли вимоги до захисту навколишнього середовища вимагають нового підходу до енергетики. В останнє десятиліття інтерес до альтернативних джерел енергії постійно зростає, оскільки ці джерела можна вважати невичерпними.

Питання економії енергоресурсів грають важливу роль і на сучасному етапі розвитку будівництва. В Україні існує потреба у вирішенні проблеми енергозбереження в будинках, що проєктуються, а також реновація будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. Енергетичні потреби громадських і промислових будівель можна вирішити за рахунок сонячних панелей, розташованих на стінах і дахах, а також використовуючи сучасні приклади динамічної архітектури, коли конструктивні елементи, або і вся будівля максимально використовує енергію сонця.

Екологічна чистота і доступність енергії сонця зумовили її широке застосування. Енергія сонячного випромінювання, що падає на поверхню Землі тільки за один тиждень, перевершує енергію світових запасів нафти, газу, вугілля та урану разом узятих. Сонячна енергетика дуже активно розвивається у всьому світі - встановлені електростанції сумарною потужністю близько 139 ГВт. Щорічно кількість сонячних електростанцій в усьому світі збільшується на 20-25%, і ця тенденція зберігається.

За прогнозами аналітиків компанії Shell к 2070 року Сонце стане найбільшим джерелом електроенергії для споживачів, а до кінця ХХІ сторіччя доля сонячної енергетики в три с половиною рази перевищить долю нафтової промисловості, та майже в 6 разів – долю ядерної енергетики.

У розвинених країнах сонячна архітектура має всі шанси для розвитку відколи Євросоюз і ООН взяли курс на підтримку екологічних проектів.

Фрайбург (Німеччина) – всесвітньо відоме місто, яке отримало статус одного з найзеленіших міст планети завдяки широкому використанню сонячної енергії і застосуванню екологічних технологій в будівництві. «Сонячне поселення» у Фрайбурзі – це цілий житловий район, який є яскравим прикладом створення будинків майбутнього. Номінальна потужність фотоелектричної системи поселення складає 445 кВт, що дозволяє генерувати близько 420000 кВт·год сонячної електроенергії за рік. Кількість виробленої енергії майже в три рази перевищує потреби жителів поселення в електроенергії, тому мерія міста має змогу реалізувати її залишки за так званим «зеленим» тарифом.

Головним чинником, що обумовлює використання енергії сонця, є наявність достатнього обсягу світлової енергії, що падає на одиницю поверхні землі (інсоляції). В Україні досить сприятливий клімат – кількість енергії сонця, що досягає поверхні землі в перерахунку на 1 квадратний метр площі, перевищує аналогічний показник для Німеччини, яка є однією з найбільш прогресивних держав у світі у використанні сонячної енергії, що наявне демонструється в Таблиці 1.

Таблиця 1

Порівняльні показники сонячної радіації, МДж/м<sup>2</sup>

Пора року	Осінь			Зима			Весна			Літо			Рік (сер)
	Вер	Жов	Лист	Грд	Січ	Лют	Бер	Квт	Трв	Чрв	Лип	Срп	
Одеса	14	9	5	4	5	8	11	16	20	21	22	19	13
Фрайбург	12	7	4	3	4	7	11	15	18	19	19	17	11

2016 рік став знаковим з точки зору переходу українців на чисті джерела енергії. За даними Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України, за рік кількість домогосподарств, які встановили сонячні панелі, збільшилася в 2016 р. майже в чотири рази в порівнянні з 2015-м: з 244 до 1109 домогосподарств. Зрозуміло, що мова йде поки про незначну кількість, але темпи переходу будинків на альтернативні джерела вражають – вони збільшуються щокварталу. Розвиток сонячної енергетики в довгостроковій перспективі здатний забезпечити вирішення завдань часткової або навіть повної енергетичної незалежності.

Для оцінки доцільності використання сонячної енергії з метою енергозабезпечення житлового будинку було виконано розрахунок сонячної установки автономної системи електропостачання котеджу.

Для розрахунку складу сонячної батареї велике значення має інтенсивність інсоляції того кліматичного регіону, в якому буде встановлюватися автономна система електропостачання, тобто кількість сонячної радіації, яка припадає на  $1 \text{ m}^2$  земної поверхні за певний проміжок часу. Для м. Одеси, наприклад, це від  $1,04$  в грудні до  $6,04 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{m}^2$  за добу в липні місяці, в середньому за рік це  $3,55 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{m}^2$  за добу. Для порівняння, найменше серед великих міст України середньорічне значення цього показника спостерігається у Львові –  $2,92 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{m}^2$  за добу і в Чернівцях –  $2,94 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{m}^2$  за добу, а найбільше –  $3,58 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{m}^2$  за добу спостерігається у Сімферополі. Показники у Миколаєві та Херсоні приблизно такі ж самі, як і в Одесі. Неоднорідність сонячної активності на території України можна побачити на карті, що зображена на рис. 1.

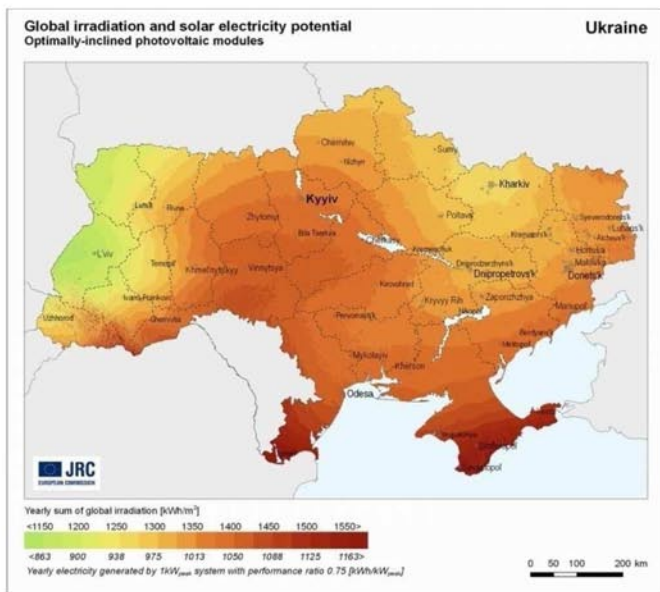


Рис. 1. Карта сонячної активності на території України

Першим етапом розрахунку було складання переліку усіх передбачених навантажень (приймачів електроенергії) з зазначенням

їх потужностей та середнього часу роботи кожного приймача протягом доби (Таблиця 2). Складаючи такий перелік не слід забувати, що й інвертор, який входить в систему автономного електропостачання та необхідний для того, щоб перетворити енергію постійного струму від сонячної панелі в енергію змінного струму з іншим значенням напруги, також споживає енергію. Тому отриманий підсумок потужностей слід збільшити на 20%.

Таблиця 2

Перелік навантажень  
для визначення добової потреби енергії сонячної енергетичної  
установки

Споживач	Потужність, Вт	Кількість, шт.	Час, години	Енергія, Вт·год/доба
Енергозберігаюча лампа	11	5	4,0	220,0
Енергозберігаюча лампа	8	3	0,2	4,8
Телевізор	150	1	1,5	225,0
Електронасос	600	1	0,6	360,0
Праска	1500	1	0,3	450,0
Ноутбук	350	1	1,0	350
Холодильник	250	1	12	3000,0
Електрочайник	1000	1	1,0	1000,0
Пральна машина	1500	1	0,4	600,0
Мікрохвильова піч	1500	1	1,0	1500
Пилосмок	700	1	0,3	210,0
Добова потреба енергії $\sum P_i$ :				7919,8
З урахуванням витрат енергії в інверторі ( $\sum P_i \cdot 1,2$ ):				9503,8
Середня потреба енергії за годину $P = (\sum P \cdot 1,2)/24$ :				396

Наступним кроком в розрахунку фотоелектричної системи є підрахунок загального добового енергоспоживання системи та визначення необхідного заряду батареї Q, який зазвичай називають ємністю акумуляторів та вимірюють у позасистемних одиницях – А·год. Слід врахувати втрати ємності в акумуляторних батареях, які є тим більшими, чим нижче температура приміщення, де встановлено

аккумулятор. Ці втрати враховуються за допомогою спеціальних температурних коефіцієнтів.

$$Q = (P/U) \cdot T \cdot 1,2 = (396/12) \cdot 48 \cdot 1,2 = 1900,8 \text{ А\cdot год}, \quad (1)$$

де  $U$  – напруга акумуляторної батареї, 12 В;  $T$  – час автономної роботи батареї без під зарядження (прийmemo  $T=48$  годин); 1,2 – температурний коефіцієнт втрати потужності при температурі 10 °С.

Якщо зупинити свій вибір, наприклад, на акумуляторі GEL виробника Haze, модель HZY 12-200 з ємністю акумулятора 200 А\cdot год, розрахункова кількість паралельно підключених акумуляторів становитиме

$$1900,8 \text{ А\cdot год} : 200 \text{ А\cdot год} = 9,5, \text{ тобто } \sim 10 \text{ шт.}$$

Для визначення кількості послідовно з'єднаних акумуляторів ділимо обрану напругу енергетичної системи на напругу одного акумулятора:  $24 \text{ В} / 12 \text{ В} = 2$  шт. Загальна кількість акумуляторів дорівнює  $10 \cdot 2 = 20$  шт. З'єднання акумуляторів послідовно-паралельне.

Таблиця 3

Питома енергія інсоляції, кВт\cdot год/м<sup>2</sup> за добу

	січ	лют	мар	квт	трав	чрв	лип	серп	вер	жвт	лст	грд	рік
Одеса	1,25	2,11	3,08	4,38	5,65	5,85	6,04	5,33	3,93	2,52	1,36	1,04	3,55

Враховуючи, що питома енергія інсоляції для Одеси в середньому за рік становить 3,55 кВт\cdot год/м<sup>2</sup> (Таблиця 3), визначимо потужність сонячної батареї:

$$(9503,8 \text{ Вт\cdot год} \times 1000 \text{ Вт/м}^2) : 3550 \text{ Вт\cdot год /м}^2 = 2677,12 \text{ Вт},$$

де 1000 Вт/м<sup>2</sup> – значення потужності інсоляції на поверхні Землі на одному квадратному метрі, при якому тестують сонячні модулі.

Для розрахунку складу сонячної батареї були використані параметри монокристалічного сонячного модуля моделі CHN200-72M виробництва Chinaland Solar Energy, потужністю 200 Вт з напругою 24 В.

В паспортних характеристиках обраного модуля визначені напруга та струм в точці максимальної потужності – 38,8 В та 5,15 А відповідно. Перемножуючи ці показники, отримаємо максимальну пікову потужність сонячного модуля, яка дорівнює 199,82 Вт.

Кількість паралельно з'єднаних сонячних модулів становить

$$2677,12 \text{ Вт} : 199,82 \text{ Вт} = 13,4 \sim 14 \text{ шт.}$$

Номінальна (паспортна) напруга сонячного модуля 24 В співпадає з обраною напругою енергетичної системи котеджу, тому послідовно з'єднаних сонячних модулів не буде.

Габаритні розміри одного сонячного модуля вказаної моделі становлять 1580x808x40мм, вага 16 кг, модуль здатний працювати при

температурі від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ . Виходячи з того, що один модуль займає площу  $1,28\text{ м}^2$ , а в нашому розрахунку їх знадобилось 14, вони займуть загальну площу даху близько  $18\text{ м}^2$ , що цілком припустимо з точки зору зручності розташування (рис.2). Виходячи з умов інсоляції, оптимальне положення сонячних модулів для Одеської області – під кутом  $40^{\circ}$  до горизонту.

В теперішній час в Україні створені досить сприятливі умови для інвестування в сонячну енергетику, які гарантують стабільний прибуток від продажу електроенергії за однією з самих високих в Європі ставок «зеленого» тарифу на протязі ще п'ятнадцяти років. Розвиток сонячної енергетики в довгостроковій перспективі здатний забезпечити вирішення задач часткової або навіть повної енергетичної незалежності.

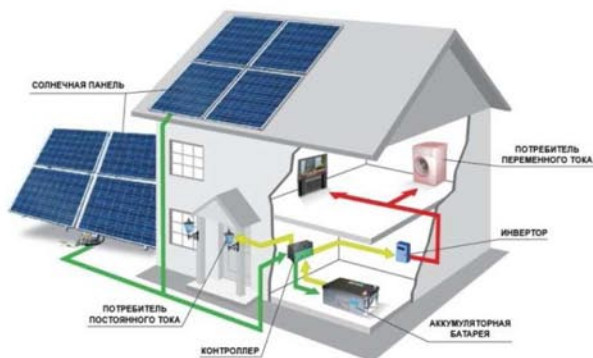


Рис.2. Спрощена схема розташування елементів сонячної енергетичної установки в котеджі

Враховуючи, що альтернативні джерела енергії – це інновація, яка має тенденцію до вдосконалення, даний напрямок має величезний потенціал зайняти домінуючу позицію на ринку енергоресурсів. Однак для цього необхідні значні інвестиції, підтримка держави у фінансуванні наукових розробок і практичного їх впровадження.

### Література

1. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: вчера, сегодня, завтра [Текст]: статья / П.П. Безруких// Электрические станции: Ежемесячный произв.-техн. журнал.-М.: Энергопрогресс, 2005.- №2.

2. Мачулін В. Сонячна енергетика: порядок денний для світу й України / В. Мачулін, В. Литовченко, М. Стріха // Вісник Національної Академії Наук України.-2011.-№5.

3. Литовченко І. Ринок геліоенергетического обладнання в Одеської області/ І. Литовченко // Економіст.2008. -№11.

УДК 624.154

## НАПРУГИ І ДЕФОРМАЦІЇ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У ОСНОВІ ФУНДАМЕНТІВ ПІД ДІЄЮ НАВАНТАЖЕНЬ

*Кондратенко П.В., зр. МБГ 242 т.*

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Барчукова Т.М.*

У статті розглянуті загальні закономірності спільної роботи фундаментів з ґрунтом основи, а саме виникнення і розвиток напружень і деформацій у ґрунтовій основі під подошвою фундаментів при дії навантажень.

Під дією навантажень в ґрунтах виникають напруги і деформації. Ґрунти - дисперсна система, що складається з мінеральних часток, води, пари та газу, укладеного в порах ґрунту.

**Напруги** – це внутрішні сили, що виникають в структурних елементах під дією зовнішнього навантаження. Розподіл напружень в ґрунтовому масиві залежить від багатьох факторів: інженерно - геологічних і гідрогеологічних умов майданчика, фізико - механічних властивостей ґрунтів, характеру і режиму навантаження фундаменту, його розмірів, форми, жорсткості, глибини залягання, часу дії навантаження та ін. Формування напруги в ґрунтовій товщі відбувається не миттєво при дії навантаження, а може розвиватися досить тривалий час. Розрізняють три фази напруженого стану ґрунту, на графіку залежності осідання від навантажень (рис. 1) виділяють три ділянки, кожна з яких відповідає певній фазі напруженого стану:

1 фаза – фаза ущільнення, на цій ділянці залежність осідання від навантажень близька до лінійної, у цій фазі відбувається ущільнення ґрунту.

2 фаза – фаза зрушень, залежність стає явно криволінійною; відбуваються деякі локальні зрушення у країв фундаменту; несуча здатність ґрунту ще не вичерпана.