

РОЗРОБКА ЗЕНІТНОЇ СИСТЕМИ КРІПЛЕННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ ДЛЯ ДОМОГОСПОДАРСТВ

Воропай Олексій Валерійович, д.т.н., професор,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: voropay.alexey@gmail.com, ORCID: 0000-0003-3396-8803

Богдан Дмитро Іванович, к.т.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: phd.bogdan@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5345-694X

Шарапата Андрій Сергійович, к.т.н., доцент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: phd.sharapata@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0823-9262

Скряга Антон Віталійович, студент АЕ-26т1-22,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Велику актуальність в останній час набирають альтернативні відновлювані джерела живлення [1]. Особливо перспективним є використання сонячної енергії [2]. Окремо слід виділити системи що забезпечують автономність домогосподарствам. Одним із основних ресурсів яким має бути забезпечено домогосподарство є електроживлення. Більшість систем домогосподарства потребують електроенергії (навіть сучасний газовий, або твердопаливний котел потребує додаткове джерело електричного живлення для приводу насосів та систем керування). Також зараз з'явилась можливість при виробці надлишкової сонячної електроенергії витратити її на зарядку електромобілів [3-4]. Отже забезпечення електрикою відіграє ключову роль в його функціонуванні як малого так і великого домогосподарства.

Зниження вартості фотоелектричних модулів а також інверторів дозволило збільшити аудиторію користувачів цих систем. Крім того різноманітні світові та європейські програми і гранти, зробили вартість "зеленого" обладнання достатньо привабливою.

В наведеному дослідженні розглядаються не теоретичні питання розробки інтелектуальних екологічних систем, а питання застосування вже існуючих систем сонячної енергії невеликої собівартості. Тобто метою цієї роботи є створення конкретних рекомендацій та практичного підґрунтя для розробки відносно незалежної та дешевої системи сонячного живлення для невеликого домогосподарства (на відміну від величезних проєктів з майже необмеженим фінансуванням).

В поєднанні зі зниженням споживання електроенергії домогосподарствами викликаними переходом на світлодіодне освітлення, транзисторне керування робочими процесами побутової техніки за запровадження енергозберігаючих технологій в різноманітній побутовій та комп'ютерній техніці ці тенденції дозволяють звичайному домогосподарству використовувати автономні сонячні електростанції в якості резервного (а іноді основного – якщо будівля розташована в далині від мережі ЛЕП) живлення.

На вартість системи живлення сонячною електроенергією впливає багато факторів. Наведемо, ті, як на наш погляд найбільш впливають на вартість:

1) Автономна система чи система додаткового паралельного або резервного живлення – у разі повністю автономної системи, суттєва частина вартості прийдеться на обладнання для накопичення та зберігання електроенергії.)

2) Площа поверхні, на якій будуть розташовані сонячні панелі – в деяких випадках (поодаль від цивілізації) вартість необхідної території майже не буде впливати.

І навпаки для додаткового або резервного живлення у великих містах собівартість квадратних метрів буде основним фактором, який впливає на вартість, а найчастіше просто на можливість створення систем сонячної генерації. Іноді єдине місце розташування сонячних панелей це дахи.

Звичайно потужність особистих домогосподарств лежить в діапазоні від 20 до 30 кВт при трифазному живленні, адже якщо розглянути мінімальне значення то ми отримаємо 6 кВт на фазу, що при сьгоднішніх споживачах (бойлер, кондиціонер та індукційна поверхня) перебиває потреби в живленні. Якщо ж проаналізувати ринок сонячних інверторів то в діапазоні ціни в 1000\$ за інвертор на фазу можна знайти моделі від 5 до 7 кВт максимальної потужності, що теж досить добре корегується з сьгоднішніми потребами. Таким чином ми можемо розрахувати що якщо обрати інвертори на 7 кВт то на кожен фазу (або на одну фазу при побутовому однофазному підключенні) необхідно встановити 16 панелей потужністю 400 Вт, на думку авторів така потужність являється оптимальною з точки зору монтажу адже має розміри приблизно 1100x1700 мм. Тобто при площі 1-ї панелі приблизно 2 м² для однофазного підключення потрібно мати від 32 м² доступної поверхні даху, а для трифазного вже понад 120 м² (з урахуванням додаткових технологічних витрат площі).

Існує декілька основних способів монтажу фотоелектричних модулів, а саме такі:

- двохвісьове монтування (рис. 1);
- монтаж на скатний дах (рис. 2);
- монтаж на плоский дах (рис. 3).

Зазначимо що у кожного з методів монтажу є свої переваги та недоліки. Розглянемо більш детально кожен з варіантів.

Хоча використання схеми двохвісового монтування, а особливо автоматичних систем (сонячних трекерів) може забезпечити самий ефективний спосіб генерації, але при цьому необхідно змінювати кути нахилу фотомодуля навколо двох вісей. Це зумовлює досить високу ціну монтажу панелей, а також надзвичайно високе силове навантаження на опору, що суттєво обмежує використання цієї схеми на дахах домогосподарств (житлових будинків).

Монтаж на скатний дах – майже не має можливостей на змінення та варіативності кріплень, тощо – приклад статичних незмінних наперед обумовлених систем. Але саме цей вид монтажу дуже сильно розповсюджений у житті.

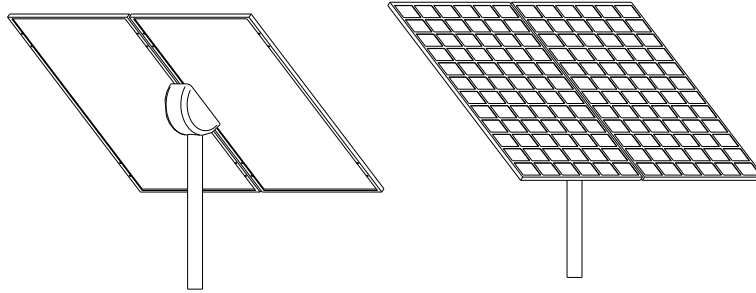


Рисунок 1 – Двохвісьове монтування



Рисунок 2 – Монтаж на скатний дах



Рисунок 3 – Монтаж на плоский дах

Монтаж на скатний дах передбачає мінімальні затрати на монтаж адже панелі монтуються безпосередньо на несучі конструкції даху, але в такому випадку ми не маємо можливості змінювати кути нахилу панелей і ефективність генерації погіршується до 60 відсотків в порівнянні з ідеальним варіантом двоохвісового регулювання. Та найголовніше, це обмеженість використання – можуть бути використані тільки дахи на сонячній стороні та без затінення.

Монтаж на плоский дах – представляє дуже велике зацікавлення і деякі можливості оптимізації причому за різними критеріями (собівартість системи або навпаки максимальна потужність...) Такий варіант передбачає монтаж панелей на плоский дах. При цьому можна організувати доступ для обслугову-

вання масиву панелей, зокрема чистка від снігу або зміна кута нахилу в залежності від пори року. Такі заходи дозволяють навіть при зміні кута нахилу всього два рази на рік отримати ефективність на рівні 75 відсотків. Слід зазначити що система монтажу при цьому буде коштувати більше ніж у випадку скатного даху, зокрема автори намагалися скоротити вартість конструктивних елементів системи монтажу за рахунок використання сталевих гальванізованих деталей та використання в якості несучих елементів самих фотомодулів.

Із значних недоліків такого виду монтажу слід відзначити низьку ефективність використання ділянки на якій встановлено генеруючу установку адже при високих кутах атаки панелей вони будуть затіняти одна одну рано вранці та ввечері в літню пору а також протягом дня взимку. Для цього щоб мінімізувати ці втрати необхідно збільшувати відстані між рядами панелей.

Треба також звернути увагу, що при встановленні панелей на висоті, де спостерігаються аеродинамічні навантаження викликані поривами вітру слід проєктувати опорну конструкцію з в'язкопружними опорами [5] для захисту від виникнення небезпечних коливань.

Отже зазначимо, що викликає інтерес саме розробка системи зенітної системи кріплення сонячних панелей для домогосподарств...

Література

1. Paulus, A., Arhun, S., Hnatov, A., Dziubenko, O., & Ponikarovska, S. (2018). Determination of the best load parameters for productive operation of PV panels of series FS-100M and FS-110P for sustainable energy efficient road pavement. <https://doi.org/10.1109/RTUCON.2018.8659829>

2. Дзюбенко О. А., Богдан Д. І. Інформаційно-вимірювальний комплекс для дослідження ефективності фотоелектричних панелей. Наукові праці Міжнародної науково-практичної конференції "Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців" 23-25 жовтня 2023 р. Вид-во «Стильна типографія», Харків, 2023. с. 255 ISBN 978-617-7920-24-2

3. Hnatov, A., Patlins, A., Arhun, S., Kunicina, N., Hnatova, H., Ulianets, O., & Romanovs, A. (2020). Development of an unified energy-efficient system for urban transport. 248–253. <https://doi.org/10.1109/ENERGYCon48941.2020.9236606>

4. Patlins, A., Hnatov, A., Arhun, S., Hnatova, H., & Kunicina, N. (2020). Development of a complex for laboratory and practical works based on a solar charging station for electric vehicles. 187–192.

5. Voropay A. V. Inverse problem in nonstationary deforming of rectangular plate with additional viscoelastic support. Bulletin of the NTU "KhPI". Series: Dynamics and strength of machines. Kharkov, NTU «KhPI» Publ., 2015, 57 (1166), pp. 25–29.