



УДК 621.383.51:631.234

DOI: 10.31388/2220-8674-2018-2-37

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНВЕРТОРІВ НАПРУГИ В АВТОНОМНИХ СИСТЕМАХ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛИЧНИХ КОМПЛЕКСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Дінабурський В. С., інженер,

Гулевський В. Б., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет,*

E-mail: vladislav.dinaburskiy@gmail.com

**Анотація** - Важлива роль у стабільному забезпеченні населення продуктами харчування належить овочівництву, яке є однією з найважливіших галузей сільського господарства. Незважаючи на збільшення виробництва овочевої продукції, ще не повністю реалізуються можливості підвищення ефективності виробництва, асортимент і якість овочів не до кінця задовольняють потреби суспільства. Впровадження нових передових технологій вирощування овочів дозволяє забезпечити високу врожайність і високу якість продукції. Основним стримуючим фактором розвитку тепличних господарств служить зростання тарифів на теплову та електричну енергію.

Тепличний комплекс, як і будь-яка інша система, вимагає енергопостачання. Тепличне виробництво відноситься до числа найбільш енергоємних виробництв. Споживання електроенергії в промислових теплицях України можна розділити на наступні групи: освітлення рослин, вентиляція, система водопостачання, система опалення. Теплиці можуть обігріватися гарячою водою, водяною парою, нагрітим повітрям, інфрачервоним випромінюванням або продуктами згоряння палива. Одним з важливих аспектів ведення сучасного господарства є економічне використання енергії, яке полягає в застосуванні технологій автономного енергозбереження. Останнім часом одним з пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки стала розробка альтернативних джерел електроенергії. Така необхідність виникла у зв'язку зі зменшенням природних ресурсів і високою вартістю деяких з них.

Вартість альтернативних джерел енергії поки досить велика і ці джерела мають ряд суттєвих недоліків - займають великі площі, залежать від погодних умов, часу доби, сезону. Більшість розроблених автономних джерел енергії, таких як сонячні батареї, батареї, паливні елементи є генераторами постійної напруги. Щоб обладнання, яке потребує змінної напруги харчування зі стандартними мережевими параметрами, коректно працювало від таких джерел, виникає необхідність у використанні інверторів - перетворювачів постійного струму в змінний. Залежно від цього параметру вони мають синусоїдальний і меандровий тип. Оскільки перше значення вихідної напруги практично таке ж, як в мережі електроживлення - це хороший варіант, коли використовується високотехнологічна техніка.

**Ключові слова** - інвертор, синусоїдальна напруга, енергозбереження, альтернативне джерело енергії, тепличний комплекс.



*Постановка проблеми.* Важлива роль в стабільному забезпеченні населення продуктами харчування належить овочівництву, яке є однією з найважливіших галузей сільського господарства. Незважаючи на збільшення виробництва овочевої продукції, ще не повністю реалізуються можливості підвищення ефективності виробництва, асортимент і якість овочів не до кінця задовольняють потреби суспільства. Впровадження нових передових технологій вирощування овочів дозволяє забезпечити високу врожайність і високу якість продукції. Основним стримуючим фактором розвитку тепличних господарств служить зростання тарифів на теплову та електричну енергію [1,2].

*Аналіз відомих досліджень.* Тепличний комплекс, як і будь-яка інша система, вимагає енергопостачання. Тепличне виробництво відноситься до числа найбільш енергоємних виробництв. Споживання електроенергії в промислових теплицях України можна поділити на наступні групи: освітлення рослин, вентиляція, система водопостачання, система опалення. Теплиці можуть обігріватися гарячою водою, водяною парою, нагрітим повітрям, інфрачервоним випромінюванням або продуктами згоряння палива.

Одним з важливих аспектів ведення сучасного господарства є економічне використання енергії, яке полягає в застосуванні технологій автономного енергозбереження.

Останнім часом одним з пріоритетних напрямків розвитку науки і техніки стала розробка альтернативних джерел електроенергії. Така необхідність виникла у зв'язку зі зменшенням природних ресурсів і високою вартістю деяких з них.

Вартість альтернативних джерел енергії поки досить велика і ці джерела мають ряд суттєвих недоліків - займають великі площі, залежать від погодних умов, часу доби, сезону.

Одним з перспективних та екологічно чистих напрямів розвитку та впровадження відновлюваної енергетики в промислових теплицях України – є сонячна електроенергетика. Аналіз відомих досліджень свідчить про недостатньо ефективне використання встановлених систем електроживлення в промислових теплицях на основі фотоелектричних перетворювачів і, відповідно, необхідність глибокого розгляду шляхів та засобів забезпечення ефективності автономних систем електроживлення на основі фотоелектричних перетворювачів. Переваги використання фотоелектричних перетворювачів такі: джерелом енергії є доступне та невичерпне сонячне випромінювання; екологічно безпечні для освітлення; економічні у використанні; висока надійність у роботі (до 50 років); потребують мінімального технічного обслуговування [3].

Сонячна електростанція поєднує в собі мережеву та автономну системи електропостачання. Мережева сонячна станція – це технологія безпосереднього перетворення сонячного випромінювання в електроенергію для використання її споживачами та продажу надлишків у мережу загального користування за «зеленим» тарифом. Вона влаштована так, щоб віддавати максимум енергії назовні. Більшість з розроблюваних автономних джерел електроенергії, таких як сонячні батареї, є генераторами постійної напруги. Щоб апаратура, що вимагає змінну живлячу напругу зі стандартними мережевими параметрами, коректно працювала від таких джерел, стає необхідним застосування інверторів - перетворювачів постійної напруги в змінну. Загальний вид системи автономного енергозабезпечення з використанням сонячних панелей та мережевого інвертора представлено на рис.1.

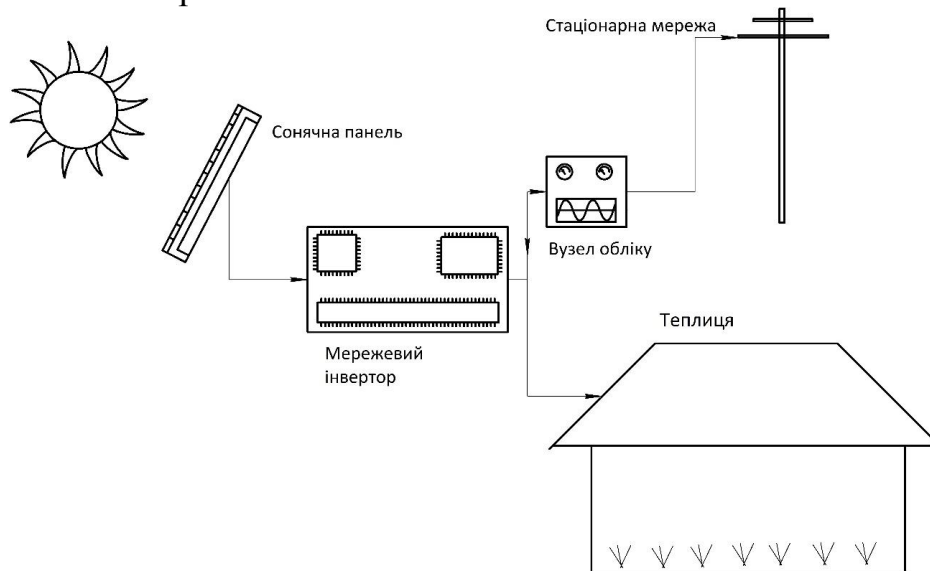


Рис. 1. Загальний вид системи автономного енергозабезпечення з використанням сонячних панелей та мережевого інвертора

*Формулювання цілі статті.* Обґрунтувати використання автономних фотоелектричних систем для тепличних господарств з застосуванням мережевих інверторів.

*Основна частина.* Інвертори бувають як однофазними, так і трифазними. Існує 3 види інверторів за типом використання: автономні; мережеві; гібридні або багатофункціональні:

- автономні (off grid) - інвертори, не підключені до зовнішньої електричної мережі, призначені для автономних фотоелектричних систем;

- мережеві (on grid) - інвертори, що працюють синхронно з централізованою мережею електропостачання. Крім своїх прямих функцій, такі прилади забезпечують регулювання основних експлуатаційних параметрів мережі: частота напруги, амплітуда і т.д.

В разі збою живлення інвертор автоматично вимкнеться. Даний тип інверторів підходить для сонячних систем без акумуляторних батарей. Вся вироблена енергія генерується в загальну мережу за «зеленим тарифом».

- гібридний (hybrid) - так званий «акумуляторно-мережевий» перетворювач, який поєднує властивості автономних і мережевих пристроїв. Такий інвертор має велику кількість налаштувань для оптимізації роботи сонячної системи від загальної електричної мережі та за наявності акумуляторних батарей.

Всі існуючі сонячні інвертори ділять на види і за напругою на виході [4,5]. Залежно від цього параметру вони бувають синусоїдального і меандрового типу (рис. 2). Так як у першого величина вихідної напруги майже така ж, як і у живильної електричної мережі - це хороший варіант, коли присутня високочутлива техніка. Постійне значення напруги є гарантією безпеки для електротехнічного обладнання.

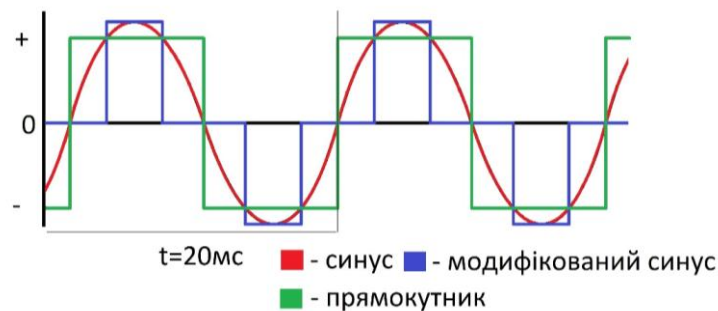


Рис. 2. Напруга на виході синусоїдального та меандрового інвертора

Графічно форма сигналу на виході у такого інвертора синусоїдального типу зображується у вигляді чистої синусоїди. Меандрові або несинусоїдальні перетворювачі на відміну від синусоїдальних мають геометрію сигналу на виході у вигляді імпульсів прямокутної форми, так званий модифікований синус. Інвертори, що відносяться до цього типу, не можна використовувати для окремих видів навантаження, але для приладів, які використовують активну складову потужності, вони цілком підходять.

Основними показниками ефективності роботи інвертора є:

- перевантажувальна здатність;
- коефіцієнт корисної дії (ККД);
- допустимий хрест-фактор навантаження;
- допустимий коефіцієнт потужності навантаження;
- якість вихідної напруги.

Потужність обраного перетворювача залежить від номінальної потужності сонячних батарей (по стороні постійного струму) і максимальної потужності навантаження по стороні змінного струму.

Пікова потужність інвертора повинна бути не менше ніж на 20% - 30% більше ніж сумарна потужність навантаження по стороні змінного струму. Ця умова необхідна для забезпечення нормальної роботи всіх приладів, що живляться від акумуляторних батарей, оскільки деякі електричні пристрої (компресори, насосні установки, електродвигуни) мають пускові струми, що в кілька разів перевищують їх номінальне значення (в 2-7 разів). Незважаючи на нетривалий пусковий період, інвертор з недостатньою потужністю не зможе запустити такий прилад.

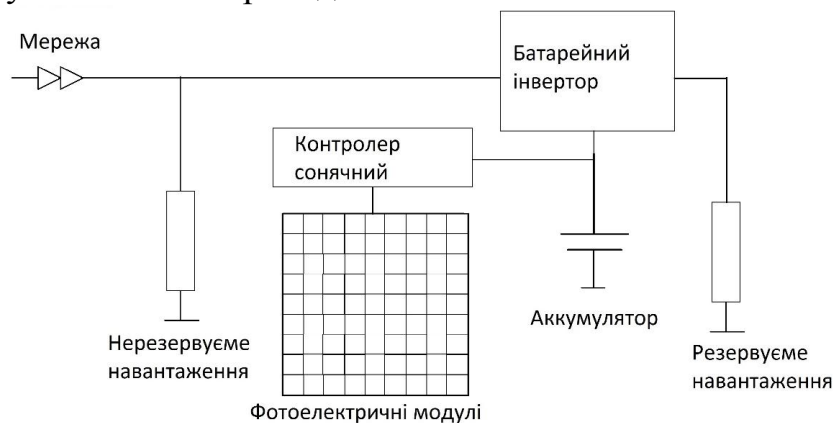


Рис. 3. Схема фотоелектричного комплексу комбінованого з центральною мережею.

Таким чином, максимальну потужність інвертора (пікову потужність) необхідно підбирати, враховуючи так само пускові струми цих приладів. При побудові фотоелектричного комплексу, комбінованого з центральною мережею, використовується наступний варіант приєднання інвертора, при цьому зарядка акумуляторної батареї здійснюється через сонячний контролер.

*Висновки.* Фотоелектричний мережевий інвертор, як невід'ємна частина геліосистеми, дозволяє отримати повну незалежність в тепличному комплексі від централізованого електропостачання. Системи автономного енергозабезпечення з використанням сонячних панелей та мережевого інвертора роблять доступним, надійним і керованим процес споживання енергії. Таким чином, розглянуті в статті особливості роботи фотоелектричного комплексу дозволять в перспективі розробляти їх структурні рішення з поліпшеними експлуатаційно - технічними характеристиками.

#### *Література*

1. Сонячна енергетика - один з перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Урядовий портал. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art\\_id=248970577](http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248970577)



2. *Planning and Installing Photovoltaic System : a Guide for Installers, Architects, and Engineers*. London: Sterling VA.

3. Ackermann, Th., Andersson, G., & Soder, L. (2001). Distributed Generation: A Definition. *Electric Power System Research*, 57(4), 135-204.

4. Corzine, K. A. (2005). *Operation and design of multilevel inverters*. University of Missouri: Rolla.

5. Усков А. Е. Автономный инвертор, повышающий эксплуатационные характеристики солнечных электростанций АПК: дис. ... канд. техн. наук / А. Е. Усков; КубГАУ. – Краснодар, 2014. – 113 с.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ИНВЕРТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛИЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ**

Динабурский В. С., Гулевский В. Б.

#### **Аннотация**

Важная роль в стабильном обеспечении населения продуктами питания принадлежит овощеводству, которое является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Несмотря на увеличение производства овощной продукции, еще не полностью реализуются возможности повышения эффективности производства, ассортимент и качество овощей не до конца удовлетворяют потребности общества. Внедрение новых передовых технологий выращивания овощей позволяет обеспечить высокую урожайность и высокое качество продукции. Основным сдерживающим фактором развития тепличных хозяйств служит рост тарифов на тепловую и электрическую энергию.

Тепличный комплекс, как и любая другая система, требует энергоснабжения. Тепличное производство относится к числу наиболее энергоемких производств. Потребление электроэнергии в промышленных теплицах Украины можно разделить на следующие группы: освещение растений, вентиляция, система водоснабжения, система отопления. Теплицы могут обогреваться горячей водой, водяным паром, нагретым воздухом, инфракрасным излучением или продуктами сгорания топлива. Одним из важных аспектов ведения современного хозяйства является экономичное использование энергии, которое заключается в применении технологий автономного энергосбережения. В последнее время одним из приоритетных направлений развития науки и техники стала разработка альтернативных источников электроэнергии. Такая необходимость возникла в связи с уменьшением природных ресурсов и высокой стоимостью некоторых из них.

Стоимость альтернативных источников энергии пока достаточно большая и эти источники имеют ряд существенных недостатков - занимают большие площади, зависят от погодных условий, времени суток, сезона. Большинство разработанных автономных источников энергии, таких как солнечные батареи, батареи, топливные элементы, являются генераторами постоянного напряжения. Чтобы оборудование, требующее переменного напряжения питания со



стандартными сетевыми параметрами, корректно работало от таких источников, возникает необходимость в использовании инверторов - преобразователей постоянного тока в переменный. В зависимости от этого параметра они имеют синусоидальный и меандровый тип. Поскольку первое значение выходного напряжения практически такое же, как в сети электропитания - это хороший вариант, когда используется высокотехнологичная техника. Постоянное значение напряжения является гарантией безопасности для электрооборудования.

## **APPLICATION OF VOLTAGE INVERTERS IN AUTONOMOUS SYSTEMS WITH SOLAR PANELS**

V. Dinaburskyi, V. Hulevskyi.

### **Summary**

Important role in ensuring a stable supply of foodstuffs to the population belongs to vegetable growing, which is one of the most important branches of agriculture. Despite the increase in production of vegetable products, the possibilities of increasing the efficiency of production are not fully realized, the range and quality of vegetables do not fully meet the needs of society. The introduction of new advanced vegetable growing technologies can provide high yields and high quality products. The main deterrent factor in the development of greenhouse farms is the growth of tariffs for thermal and electric energy. The greenhouse, as well as any other system, requires energy supply. Hothouse production is among the most energy-intensive industries. Electric power consumption in industrial greenhouses of Ukraine can be divided into the following groups: plant lighting, ventilation, water supply system, heating system. Hothouses can be heated with hot water, steam, hot air, infrared radiation or products of combustion of fuel. One of the important aspects of maintaining a modern economy is the economic use of energy, which is to apply autonomous energy saving technologies. Recently, the development of alternative sources of electricity has become one of the priority directions of development of science and technology. Such a necessity arose in connection with the decrease of natural resources and the high cost of some of them. The cost of alternative energy sources is quite large and these sources have a number of significant drawbacks - they occupy large areas, depending on weather conditions, time of day, season. Most of the developed autonomous power sources, such as solar panels, batteries, fuel cells, are generators of constant voltage. That the equipment requiring variable supply voltage with standard network parameters, correctly worked from such sources, it becomes necessary to use inverters - converters of DC to AC. Depending on this parameter, they are sinusoidal and meandro-type. Since the first value of the output voltage is almost the same as in a power supply network, this is a good option when there is a high-tech technique. The constant voltage value is a guarantee of safety for electrical equipment.

*Keywords:* inverter, sinusoidal voltage, energy saving, alternative energy source, greenhouse complex.