

НОВІ РОЗРОБКИ В НАПІВПРОВІДНИКОВІЙ СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГЕТИЦІ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА ОБЛАСТЬ ІННОВАЦІЙНОГО БІЗНЕСУ

А. В. Макаров

Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України, Київ

Надійшла до редакції 15.04.05

Резюме: Приведені дані про розвиток напівпровідникової сонячної енергетики як сучасної галузі світової науки та виробництва, що динамічно розвивається. Представлено розробки портативних сонячних батарей, виконані у рамках проекту "Розробка технології та організація дослідного виробництва сонячних батарей для мобільних телефонів", що виконується СКТБ ІФН НАН України на замовлення КМДА. Мета проекту – створення дослідного виробництва наукоємної, високотехнологічної, конкурентоздатної експортпридатної продукції, створення нових робочих місць на підприємствах м. Києва. Приведені приклади традиційного застосування сонячних енергетичних систем, в тому числі в умовах міста.

Ключові слова: сонячна енергетика, портативні сонячні батареї, мобільний телефон.

А. В. Макаров. НОВЫЕ РАЗРАБОТКИ В ПОЛУПРОВОДНИКОВОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ОБЛАСТЬ ИННОВАЦИОННОГО БИЗНЕСА.

Резюме: Приведены данные о развитии полупроводниковой солнечной энергетики как современной, динамично развивающейся области мировой науки и производства. Представлены разработки портативных солнечных батарей, выполненные в рамках проекта "Разработка технологии и организация опытного производства солнечных батарей для мобильных телефонов", выполняемый СКТБ ИФП НАН Украины по заказу КГГА. Цель проекта – создание опытного производства наукоёмкой, высокотехнологичной, конкурентоспособной экспортпригодной продукции, создание новых рабочих мест на предприятиях г. Киева. Приведены примеры традиционного применения солнечных энергетических систем, в том числе в условиях города.

Ключевые слова: солнечная энергетика, портативные солнечные батареи, мобильный телефон.

A. V. Makarov. NEW DEVELOPMENTS IN SEMICONDUCTOR SOLAR ENGINEERING AS PERSPECTIVE FIELD OF INNOVATION BUSINESS.

Abstract: Data about development of semiconductor solar power engineering, as modern dynamically developing field of world science and manufacture are given. Development of portable solar batteries executed within the framework of the project "Development of technology and organization of pilot manufacture of solar arrays for mobile telephones", that is carried out by SDTB of ISP of NAS of Ukraine by the order KCSA is submitted. The purpose of the project – creation of pilot production of science inclusive, high-tech, competitive exportable production, creation of new workplaces at the Kiev enterprises. Examples of traditional application of solar power systems, including, in conditions of city are given.

Keywords: solar power engineering, portable solar arrays for mobile phones.

ВСТУП

Одним з перспективних напрямків інноваційної діяльності в Україні, як і у всьому світі, на нашу думку, є виконання наукових та дослідно-конструкторських проектів у галузі альтернативної енергетики на базі відновлюваних джерел, зокрема сонячної. У законі України "Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні" за № 433-IV від 16 січня 2003 р. Верховна рада України, серед інших пріоритетних напрямів інноваційної діяльності в Україні на 2003–2013 рр., виділила програму "Нові та відновлювані джерела енергії".

У 2004 р. Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро з дослідним виробництвом Інституту фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова виграло тендер, об'явлений Київською міською державною адміністрацією по темі "Розробка технології і постановка дослідного виробництва сонячних батарей (СБ) для мобільних телефонів", та одержало фінансову підтримку на 2004–2005 рр. у розмірі 180 тис. грн. У рамках цього проекту було виготовлено ряд конструкцій СБ для портативної електронної апаратури, що не поступаються зарубіжним аналогам, а по співвідношенню якість/ціна суттєво їх перевищують.

Великий досвід СКТБ ІФН у розробці сонячних батарей для космічного та наземного призначення, сонячних енергетичних систем та контрольно-перевірочного обладнання дає підставу для впевненості в успішному виконанні даного проекту та ефективності подальшого співробітництва НАН України і КМДА у цій галузі.

МОТИВАЦІ РОЗВИТКУ СВІТОВОЇ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Спонукальними мотивами розвитку альтернативної енергетики є усвідомлення реальності загрози глобальних енергетичної та

екологічної криз. Енергетична криза, пов'язана з вичерпанням традиційних енергетичних ресурсів (вугілля, нафти, природного газу), може наступити у найближчі 200–600 років. А екологічна криза, зумовлена забрудненням навколишнього середовища промисловими викидами (перш за все, окисом вуглецю – продуктами спалення вуглеводнів), з огляду на високі темпи розвитку світової промисловості, може наступити вже у найближчі 100 років. Названі кризи загрожують людству різким подорожчанням енергоресурсів, зупинкою промислових підприємств, безробіттям, війнами, різкою зміною клімату, підвищенням рівня світового океану при таненні арктичної криги, затопленням низинних земель та іншими бідами. Україна не може стояти осторонь від вирішення цих глобальних проблем. Першим кроком нашої держави до роботи у цьому напрямку стало підписання урядом України Кіотського протоколу про обмеження викидів у атмосферу парникових газів. Є підстави сподіватися на подальші кроки в цьому напрямі.

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

До альтернативних зазвичай відносять геотермальну енергетику, сонячну, біоенергетику, а також використання енергії вітру, річок, океанічних хвиль, припливів та відпливів. Серед перерахованих видів альтернативної енергетики в останні десятиріччя найбільшого розвитку набула напівпровідникова сонячна енергетика.

У країнах Європейського союзу, Сполучених Штатах Америки та Японії на розвиток альтернативної енергетики (насамперед, сонячної) в рамках міждержавних і державних програм виділено суми у сотні мільярдів доларів. Щорічно у світі виробляються десятки квадратних кілометрів сонячних бата-

рей. Обсяги виробництва СБ останнім часом збільшуються на 25–30 % щорічно, але навіть такий темп не задовольняє потреби світового ринку. Склалася ситуація, коли попит значно перевищує пропозицію. Сонячна енергетика ввійшла в десятку видів бізнесу світового масштабу, що найбільш динамічно розвиваються.

Слід відмітити, що російські підприємства "Солнечный ветер" (м. Краснодар) та "Телеком-СТВ" (м. Зеленоград) активно співпрацюють з європейськими, американськими, африканськими та азійськими фірмами, виконуючи замовлення на виробництво сонячних фотоперетворювачів (ФП) та сонячних модулів. Наприклад, підприємство "Солнечный ветер" (м. Краснодар) збільшило обсяг виробництва в декілька разів.

Україна теж є помітним учасником світового "сонячного" ринку. На підприємстві "Квазар" (м. Київ) щорічно виробляється понад 8 % світового обсягу виробництва монокристалічного кремнію для сонячних ФП у вигляді злиwkів та пластин з текстурованою фронтальною поверхнею, розпочато масове виробництво сонячних ФП, планується виробництво силових сонячних модулів. Великі плани по виробництву сонячних модулів має ММК ім. Ілліча (м. Маріуполь). Можливо, це підприємство найближчим часом стане великомасштабним виробником "сонячної продукції".

Успіхи української промисловості, безумовно, радують. Але ложкою дьогтю у діжці з медом є усвідомлення того, що, згідно з столітніми слов'янськими традиціями, поки що Україна експортує матеріали і комплектуючі, тобто фактично сировину, а не промислові товари в їх завершеному вигляді.

СТРУКТУРА СУЧАСНОЇ НАПІВПРОВІДНИКОВОЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ

Принцип дії напівпровідникових сонячних фотогенераторів оснований на так званому

фотоелектричному або фотовольтаїчному ефекті у напівпровідниках з потенціальним бар'єром, при освітленні яких виникає напруга та електричний струм. Для виготовлення напівпровідникових ФП або сонячних елементів для наземного базування використовують різні напівпровідники, але безумовний пріоритет тут має кремній. Для виготовлення СБ або сонячних модулів використовують монокристалічний, мультикристалічний, стрічковий та аморфний гідрогенізований кремній. Найвищий коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) (близько 24 %) отримано при використанні монокристалічного кремнію. Існують ФП на основі інших напівпровідників з к.к.д. більше 40 %, але вони набагато дорожчі фотоперетворювачів з монокристалічного кремнію і використовуються переважно для космічних апаратів.

Сонячні елементи складають у батареї або модулі, вирішуючи задачі відповідної комутації та герметизації. Сонячні модулі, разом з акумуляторами електричної енергії та відповідною електронікою, складають енергетичну систему або електростанцію, яка і є джерелом електричної енергії у завершеному вигляді.

За областями застосування сонячні енергетичні системи (СЕС) можна умовно розділити на "велику" і "малу" сонячну енергетику.

До "великої", або силової, сонячної енергетики відносять сонячні електростанції з сумарною піковою потужністю задіяних сонячних модулів від 100 Вт до 10 МВт. Сонячні модулі потужністю від 50 до 100 Вт кожний встановлюються на дахах будівель або на наземних майданчиках. Сонячна енергія накопичується в акумуляторах загальною ємністю десятки і сотні тисяч ампер-годин (А год). Такі СЕС розділяють на автономні та суміщені (ті, які можуть передавати надлишкову електричну енергію у звичайну електромережу).

До "малої", або портативної, сонячної енергетики відносять СЕС, призначені для живлення портативної електронної апаратури.

ПЕРЕВАГИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СОНЯЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Вартість електроенергії, отриманої від напівпровідникових СЕС, сьогодні вища, ніж від теплових, гідро- та атомних електростанцій, а також вітро- і дизельних генераторів. Однак, напівпровідникові фотогенератори мають істотні переваги перед традиційними і нетрадиційними відновлюваними джерелами електричної енергії. Назвемо найголовніші з них:

1. Напівпровідникові фотогенератори не мають ніяких рухливих механічних частин, тому поняття "обмежений моторесурс", характерний для всіх перерахованих вище енергетичних систем, для них не існує.
2. Напівпровідникові фотогенератори екологічно чисті. Вони не виділяють шкідливих газів, не створюють шумів, не конфліктують з екологічною системою.
3. Термін служби напівпровідникових СЕС становить 30–50 років. Тому фактична вартість виробленої ними 1 кВт/год електроенергії порівнянна з вартістю 1 кВт/год електроенергії, виробленої традиційними джерелами електроенергії. Власник сонячної електростанції фактично оплачує електроенергію наперед.
4. Традиційне централізоване постачання електроенергії потребує прокладання та обслуговування ліній електропередач, що коштує досить дорого. Цього не потребують СЕС.
5. Система сонячного електропостачання має децентралізований характер. А це дуже важливо, оскільки традиційні централізовані системи електроживлення недостатньо захищені від негоди або дій терористів.
6. Сонячні енергетичні системи можуть діяти цілком автономно без участі людини.

Зазначимо, що перераховані переваги, у багатьох випадках, мають більше значення, ніж висока, поки що, вартість СЕС.

ТРАДИЦІЙНІ ОБЛАСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Сонячні енергетичні системи успішно застосовуються не тільки в пустелях, а і в густонаселених містах, і не тільки в екваторіальних та тропічних областях, а і приполярних та полярних районах Землі. Перелічимо об'єкти застосування СЕС, які вже стали традиційними:

- промислові споруди; багатоквартирні житлові будинки; котеджі;
- автономні телекомунікаційні системи (ретранслятори та ін.), розміщені у важкодоступних районах;
- катери та яхти;
- пристрої для сигнальних вогнів (морські та річкові маяки, бакени, сигнальні пристрої в аеропортах та на дорогах, світлофори, пристрої для підсвічування інформаційних табличок в нічний час, локального та вуличного освітлення);
- катодний захист трубопроводів та інших сталевих конструкцій від корозії;
- захист автомобільних акумуляторів від сульфатації;
- радіо-, супутниковий та стільниковий зв'язок;
- цифрові фотоапарати та відеокамери;
- портативні комп'ютери;
- холодильники та кондиціонери;
- пристрої для екологічного моніторингу та контролю;
- пристрої для перекачування та очищення води;
- метеорологічне обладнання;
- пристрої для моніторингу стану особливо важливих об'єктів (мости, греблі);
- системи для відкритих автостоянок та паркінгів;
- системи охорони та відеоспостереження.

ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ЗАРЯДНІ ПРИБОРИ ДЛЯ ПОРТАТИВНОЇ ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ЗВ'ЯЗКУ ТА МОНІТОРИНГУ

Ефективність діяльності людей у всіх сферах життя значною мірою обумовлюється рівнем їх озброєності найсучаснішою технікою та технологією. Розвиток техніки в останнє десятиріччя характеризується, перш за все, значними досягненнями у сферах цифрових комп'ютерних інформаційних та телекомунікаційних технологій, які проникли в усі сфери професійної та побутової діяльності людей. На роботі та вдома люди працюють з сучасною стаціонарною електронною офісною та побутовою технікою, яка живиться від електромережі. Мільйони сучасних ділових людей практично кожний день користуються переносною портативною електронною технікою: "ноутбуками" та "комп'ютерами на долоні", супутниковими телефонами, диктофонами та перекладачами, цифровими фотоапаратами та відеокамерами, які живляться від батарейок або портативних акумуляторних батарей (АБ). Проте найбільш поширеними та популярними засобами сучасної телекомунікаційної техніки з автономними джерелами живлення, безумовно, є мобільні телефони (МТ).

Таким чином, з точки зору енергопостачання сучасну техніку можна розділити на стаціонарну, яка живиться від електричної мережі, та переносну, або портативну, яка живиться від автономних джерел електроенергії.

Найпоширенішими автономними джерелами електроенергії для переносних електронних приладів є невідновлювані джерела електричної енергії – гальванічні елементи та відновлювані джерела електричної енергії – акумулятори, які, заряджаючись від стаціонарних джерел, накопичують певну кількість електроенергії та можуть зберігати її певний час.

Бурхливий розвиток сучасних переносних засобів зв'язку спрямував зусилля розробників на створення малогабаритних надлегких електричних акумуляторів, в першу чергу для МТ, а також для портативних комп'ютерів, фото-, відео-, аудіо- та іншої переносної апаратури. Ці зусилля дали змогу створити нікель-кадмієві, метал-гідридні, літій-іонні та літій-полімерні портативні акумулятори з небаченими до сих пір енергетичними характеристиками.

Паралельно з розвитком системи енергозабезпечення відбувається модифікація МТ та іншої портативної апаратури з поліпшенням їх характеристик та розширенням функцій. Сучасні моделі МТ відрізняються від своїх попередників поліфонічним звуковідтворенням, наявністю засобів відеозйомки, вбудованим диктофоном, МРЗ-плеєром, радіоприймачем, калькулятором, електронною записною книжкою та іншими додатковими пристроями та функціями. Всі ці додаткові функції потребують додаткових витрат електричної енергії, а значить, збільшення ємності АБ. З іншого боку, спостерігається тенденція до зменшення розмірів МТ та інших портативних пристроїв, яка не дозволяє значно збільшити ємність АБ за рахунок збільшення їх розмірів. Таким чином, виникає ситуація, коли через зменшення часу автономної роботи апарату необхідно частіше користуватись зарядним пристроєм.

Зарядні пристрої для сучасної портативної електронної апаратури передбачають підключення до електромережі або до автомобільної АБ (через роз'єм "припалювача" ("cigarette lighter")). За відсутності і розетки, і автомобіля акумулятори МТ заряджають від проміжних джерел електроенергії (наприклад, від попередньо заряджених АБ, ємність яких у декілька разів перевищує ємність АБ мобільного телефону, або від батареї сухих елементів). Зрозуміло, це пов'язано з незручностями, бо виникає необхідність носити з

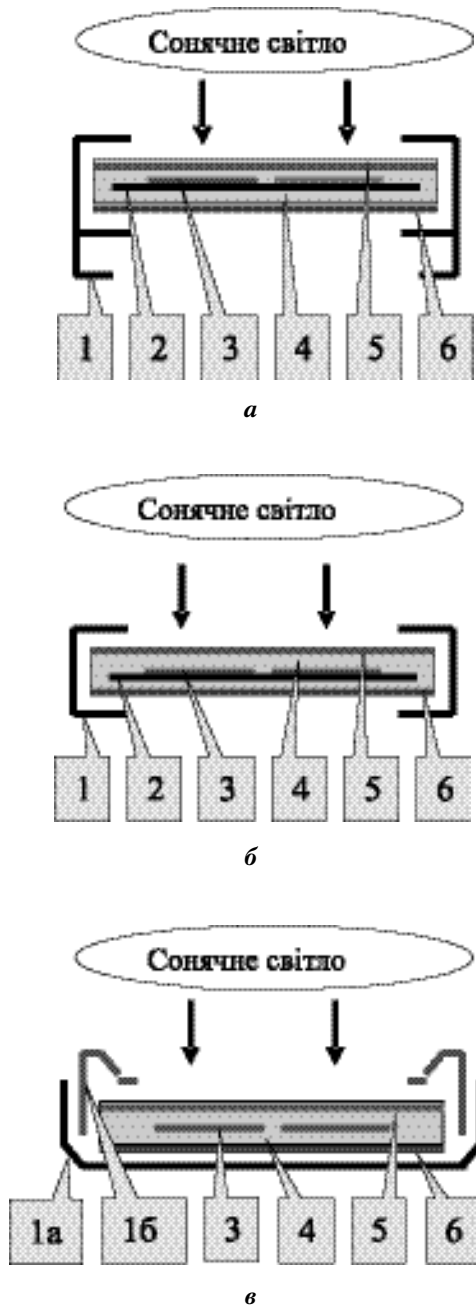


Рис. 1. Рамочна конструкція портативних сонячних батарей: традиційна рамочна конструкція (а), спрощена рамочна конструкція (б) і конструкція з подвійною рамкою (в): 1а, 1б – елементи рамки, 2 – жорстка плата, 3 – фотоперетворювачі, 4 – прозорий герметик, 5 – фронтальне прозоре захисне покриття, 6 – тилове захисне покриття

собою важкі акумуляторні батареї або пакет сухих елементів.

Сучасна техніка пропонує вирішувати дану проблему шляхом використання так званих фотоелектричних, або фотовольтаїчних сонячних зарядних пристроїв. Фотоелектричний зарядний пристрій являє собою напівпровідниковий перетворювач сонячної енергії в електричну енергію. Для підключення СБ до МТ в комплекті зарядного пристрою передбачені відповідні роз'єми та кабелі.

До портативних фотоелектричних зарядних пристроїв ставляться такі вимоги:

- компактність;
- надійність;
- невелика ціна;
- сучасний дизайн.

Наразі в СКТБ ІФН НАН України в рамках проекту "Розробка технології та організація дослідного виробництва сонячних батарей для мобільних телефонів" розроблено чотири варіанти конструкції СБ для портативної переносної електронної апаратури, зокрема для МТ. Перші три варіанти представляють собою зарядні пристрої, що забезпечують зарядний струм, практично аналогічний заряд-

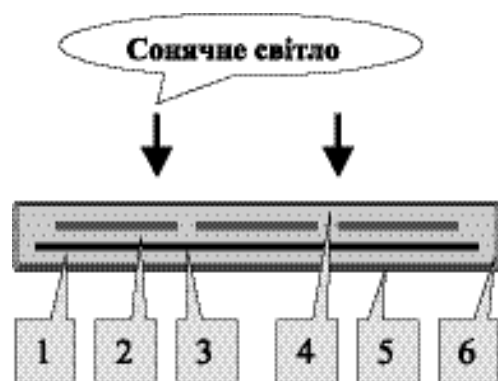


Рис. 2. Безрамочна жорстка конструкція портативної сонячної батареї: 1 – жорстка плата, 2 – фотоперетворювачі, 3 – прозорий герметик, 4 – фронтальне прозоре захисне покриття, 5 – тилове захисне покриття, 6 – покриття на торцях

ному струму традиційних "мережних" зарядних пристроїв (0,25–0,75 А), і відрізняються конструкцією корпусу. При цьому площа СБ складає декілька квадратних дециметрів, а потужність – від 1,5 до 6 Вт (в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5). Конструкції цих СБ зображені на рис. 1–3. На рис. 1 зображені три варіанти "рамочної" конструкції СБ. Перший варіант конструкції, по суті, повторює традиційну конструкцію силових сонячних модулів. На відміну від останніх, фронтальне захисне покриття виконане з тонкого твердого пластика (5), ФП (3) змонтований на жорсткій платі (2), яка з двох боків залита прозорою термопластичною або терморективною сумішшю (4). Рамка (1) має Е-подібну форму, що надає їй достатньо великої міцності. Недоліком цього варіанта є досить великі товщина і вага рамки. Подібну конструкцію обирають для СБ потужністю більше 5 Вт (АМ 1,5). Другий варіант відрізняється від попереднього спрощеною конфігурацією рамки (1), при цьому товщина і вага рамки значно менші, що дає можливість використовувати її для СБ потужністю до 1,5–2,5 Вт (АМ 1,5). Третій варіант конст-

рукції передбачає рамку (1), яка складається з фронтальної (1а) та тилової частин (1б). В цьому випадку, внаслідок великої жорсткості рамки, відпадає необхідність у жорсткій платі. У рамку монтуються скомутовані ФП (3), залиті термопластичним герметиком (4), між плівковими захисними покриттями (5) та (6). Вперше така конструкція була запропонована на підприємстві "Сатурн" (м. Краснодар, Росія).

Недоліком рамочної конструкції є досить велика незадіяна площа по периметру СБ, а отже, низький коефіцієнт заповнення ФП, а звідси і к.к.д. СБ.

Перелічених недоліків не мають СБ з жорсткою безрамочною конструкцією (див. рис. 2). Відстань ФП до краю СБ становить декілька міліметрів.

Фотоперетворювачі у СБ цієї конструкції монтуються на жорсткій металевій або пластиковій платі (1) і герметизуються з двох боків термопластичним герметиком (3). З фронтального боку СБ захищена прозорим пластиком (4), який виконує одночасно функцію захисту від механічних та кліматичних факторів. З тилового боку плату захищає пластик (5), який виконує аналогічну задачу, крім пропускання світла. Отже, він може бути непрозорим. На відміну від рамочних СБ безрамочні потребують захисних покриттів на торцях (6). Одне з основних завдань цих покриттів – запобігати "розшаруванню" структури СБ.

Дальший варіант конструкції – це псевдо-гнучка СБ ("гармошка", або "розкладачка"), зображена на рис. 3. З рисунка видно, що така СБ складається з окремих субмодулів, виконаних як безрамочні жорсткі СБ. Субмодулі з'єднані між собою гнучкими шлейфовими кабелями. Така СБ може мати досить великі розміри у робочому положенні і в 3–6 разів менші у транспортному.

Третій варіант конструкції передбачає розміщення СБ безпосередньо на корпусі МТ. У

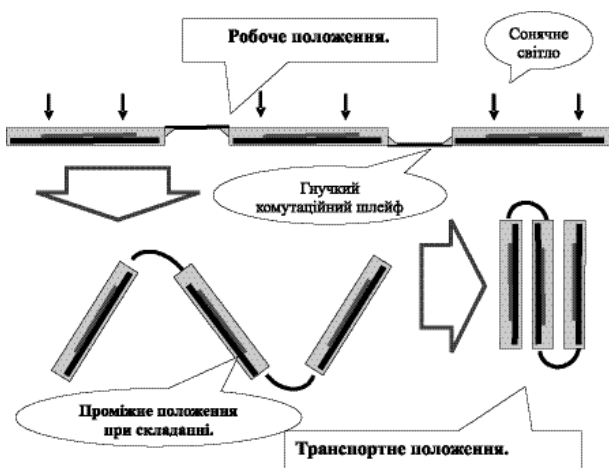


Рис. 3. Псевдогнучка конструкція портативної сонячної батареї

Науково-технічні проекти

Таблиця 1. Технічні характеристики СБ для мобільних телефонів СБМТ 0,23-8,0

№	Найменування параметра	Значення
1	напруга холостого ходу*, В	8,0
2	струм короткого замикання*, А	0,180
3	напруга номінальна*, В	6,0
4	струм номінальний*, А	0,23
5	габаритні розміри, мм	102×167
6	маса, кг	0,120

* в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5

цьому випадку через невеликі розміри телефону розміри СБ обмежені, при цьому потужність не перевищує 0,2–0,3 Вт (АМ 1,5). Зрозуміло, що при таких незначних значеннях потужності мова може йти тільки про підзарядку акумулятора МТ.

Важливо зазначити, що, з точки зору технологічності, найбільш зручними для виробництва є СБ з жорсткою безрамочною конструкцією корпусу.

На рис. 4, як приклад цієї конструкції, представлений експериментальний зразок СБ для мобільних телефонів СБМТ 0,23-8,0. У табл. 1 наведені основні технічні параметри цієї батареї.

У відділі напівпровідникової геліоенергетики СКТБ ІФН поряд з СБМТ 0,23-8,0 був розроблений ряд СБ для портативної еле-



Рис. 4. Сонячна батарея для мобільних телефонів СБМТ 0,23-8,0

ктронної апаратури, які зображені на рис. 5, а їх параметри наведені в табл. 2.

Сонячна батарея БФК-0,50-6,0 призначена для зарядження АБ цифрових відеокамер, а БФК-0,23-10,0 використовується у складі фотоелектричного зарядного пристрою для зарядження АБ портативних комп'ютерів. Слід зазначити, що наведені вище батареї відносно низької потужності можна використовувати як елементи СБ, що складається з декількох модулів при відповідній комутації (паралельній або послідовній), при цьому потужність такої батареї буде дорівнювати сумі потужностей окремих модулів.

Таблиця 2. Технічні параметри СБ серії з жорсткою безрамочною конструкцією

№	Найменування параметра	Значення параметра		
		БФК-0,50-6,0 (1)	СБМТ 0,23-8,0 (2)	БФК-0,23-10,0 (3)
1	номінальна потужність, Вт	3,0	1,5	2,0
2	напруга холостого ходу*, В	6,5	8,0	10,0
3	струм короткого замикання*, А	0,55	0,24	0,24
4	напруга номінальна*, В	6,0	6,8	9,0
5	струм номінальний*, А	0,50	0,23	0,23
6	габаритні розміри, мм	230,0×105,0×3,8	167,0×102,0×3,8	172,0×115,0×3,8
7	маса, г	180	120	140

* в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5

Науково-технічні проекти

Таблиця 3. Технічні параметри гнучких сонячних модулів серії ГСМ

№	Найменування параметра	Значення параметра		
		ГСМ-4,0-6,0 (1)	ГСМ-2,7-2,0 (2)	ГСМ-4,0-3,0 (3)
1	номінальна потужність*, Вт	4,0	2,7	4,0
2	напруга холостого ходу*, В	6,8	2,2	3,45
3	струм короткого замикання*, А	0,85	1,64	1,5
4	напруга номінальна*, В	6,0	2,0	3,0
5	струм номінальний*, А	0,67	1,35	1,35
6	габаритні розміри, мм	360×104×2,5	234×104×2,5	360×104×2,5
7	маса, г	120	80	120

* в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5

Таблиця 4. Технічні характеристики СБ для мобільних телефонів БФК-0,035-7,5

№	Найменування параметра	Значення
1	напруга холостого ходу*, В	7,5
2	струм короткого замикання*, А	0,035
3	напруга номінальна*, В	6,8
4	струм номінальний*, А	0,030
5	габаритні розміри, мм	54,0×32,0×0,6
6	маса, кг	0,012

* в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5

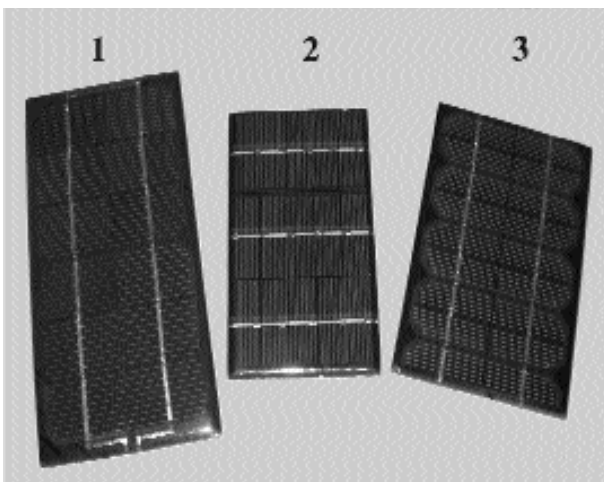


Рис. 5. Сонячні батареї з жорсткою безрамочною конструкцією для портативної електронної апаратури: 1 – БФК-0,50-6,0 (для цифрових відеокер); 2 – СБМТ 0,23-8,0 (для мобільних телефонів); 3 – БФК- 0,23-10,0 (для портативних комп'ютерів)

На рис. 6 представлені експериментальні зразки псевдогнучких СБ, розроблені та виготовлені в СКТБ ІФН. Попередні лабораторні випробування цих зразків продемонстрували їх високу надійність. Наприклад, гнучкий шлейфовий кабель витримав операцію згинання–розгинання 10 000 разів. Основні технічні характеристики цих СБ представлені в табл. 3.

Найбільш простим способом вирішення задачі мінімізації розмірів сонячної батареї для МТ є розміщення її безпосередньо на корпусі МТ. Такий варіант конструктивного рішення СБ представлено на рис. 7, а її параметри приведені у табл. 4.

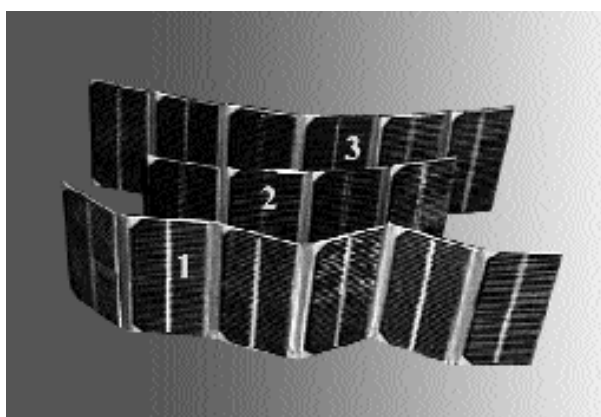


Рис. 6. Експериментальні зразки псевдогнучких портативних сонячних батарей: 1 – ГСМ-4,0-6,0; 2 – ГСМ-2,7-2,0; 3 – ГСМ-4,0-3,0

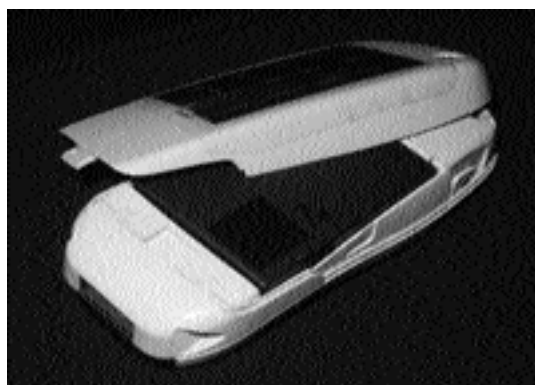


Рис. 7. Сонячна батарея для підзарядження АБ МТ БФК-0,03-7,5, змонтована на задній кришці мобільного телефону Siemens А50

З табл. 4 видно, що дана СБ вирішує питання підзарядження АБ мобільного телефону струмом 30 мА. З рис. 7 можна бачити, що безпосередньо під задньою кришкою МТ, на якій змонтована СБ, у корпусі розміщена АБ. Максимально допустима температура нагрівання літій-іонної АБ – +40 °С, максимальна температура СБ (тропічне сонце у полудень) +80 °С. Таким чином, заряджати МТ в таких умовах не рекомендується і навіть небезпечно.

Зауважимо, що герметизація всіх описаних вище дослідних зразків портативних СБ виконана з використанням технології гарячого вакуумного ламінування. Ця технологічна операція виконана на першому українському вакуумному ламінаторі ВЛ-540/290, розробленому і виготовленому в СКТБ ІФН НАН України.

Конструкція сонячної батареї для МТ забезпечить захист ФП від негативного впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища, зокрема надасть стійкості до підвищення вологості, вібрації, ударів, підвищення та пониження температури, а також циклічних змін температури у відповідності з умовами експлуатації. При виготовленні СБ для МТ будуть використані дешеві недефіцитні екологічно чисті матеріали переважно вітчизняного виробництва. Використання високо-ефективних кремнієвих ФП та правильний

вибір сучасних матеріалів забезпечить високий ККД перетворення енергії, підвищений термін служби СБ для МТ.

Перевага пристроїв, що пропонуються для розробки, порівняно з існуючими, полягає в кращих масо-габаритних характеристиках в розрахунку на одиницю накопиченої електроенергії, більшій надійності, більшому терміні служби, що, в кінцевому результаті, виливається в значне перевищення аналогів за параметром якість/ціна.

Для вирішення проблем електропостачання для стаціонарних телекомунікаційних систем (наприклад, ретрансляторів) викорис-

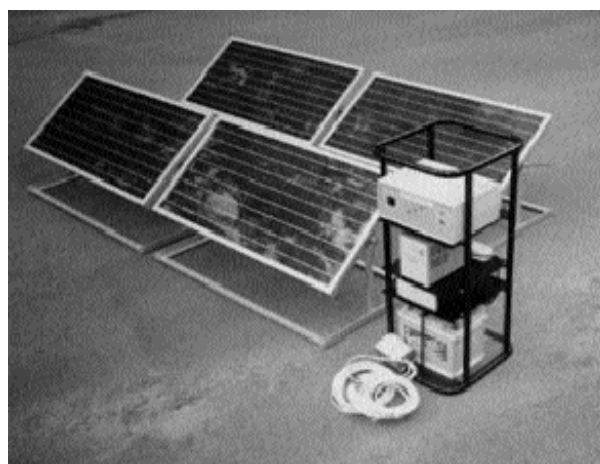


Рис. 8. Сонячна електростанція СЕС-СА1-500

Науково-технічні проекти

Таблиця 5. Технічні характеристики сонячного модуля БФК-50-18

№	Найменування параметра	Значення
1	напруга холостого ходу*, В	22,0
2	струм короткого замикання*, А	3,4
3	напруга номінальна*, В	18,0
4	струм номінальний*, А	3,0
5	габаритні розміри, мм	1000×480×20
6	маса, кг	3,6

* в розрахунку на спектр опромінення типу АМ 1,5

Таблиця 6. Технічні характеристики сонячної електростанції СЕС-СА1-500

№	Найменування параметра	Значення
1	потужність, Вт	500
2	вихідна напруга, В/50Гц	220
3	потужність СБ, (АМ 1,5)	200 (50×4)
4	ємність АБ, АГ	120
5	тип АБ	свинцево-кислотна
6	маса (без АБ), кг	38

тують сонячні електростанції великої потужності, укомплектовані так званими силовими сонячними модулями потужністю 50 Вт (АМ 1,5) і більше.

На рис. 8 представлений розроблений та виготовлений в СКТБ ІФН експериментальний зразок сонячної електростанції СЕС-СА1-500, яку можна використовувати як автономне джерело живлення для телекомунікаційних ретрансляторів у важкодоступних районах.

До складу сонячної електростанції СЕС-СА1-500 входять чотири сонячні модулі БФК-50-18 потужністю 50 Вт (АМ 1,5), блок електроніки у складі зарядного та розрядного контролерів АБ, інвертора напруги та свинцево-кислотної АБ. Основні технічні характеристики сонячного модуля БФК-50-18

сонячної енергетичної системи СЕС-СА1-500 наведені в табл. 5 та табл. 6.

ВИСНОВКИ

Успішний хід робіт по проекту "Розробка технології та організація дослідного виробництва сонячних батарей для мобільних телефонів", що виконується в СКТБ ІФН НАН України на замовлення КМДА, свідчить про можливість вітчизняних розробників створювати сучасні наукоємні високотехнологічні товари, які користуються попитом не тільки на вітчизняному, а і на зарубіжному ринках.

Запорукою успішного виконання даного проекту є великий досвід СКТБ ІФН НАН України у розробці СБ для космічного та наземного використання на замовлення Національного космічного агентства, ДКБ "Південного", ВО "ПМЗ", Міністерства з надзвичайних ситуацій та інших організацій.

Популярність альтернативної енергетики та, як наслідок цього, надзвичайно велика потреба в напівпровідникових сонячних джерелах енергії різної потужності створили сприятливі умови для створення інноваційного продукту у цій галузі науки та виробництва.

За цих умов співпраця Національної академії наук України та КМДА, безумовно, дасть позитивний результат, який буде полягати не тільки у виробництві наукоємних високотехнологічних та експортнопридатних товарів та створенні нових робочих місць у м. Києві та по всій Україні, а й у розробці нових інноваційних продуктів, які будуть користуватися попитом у нашій країні та за її межами.