

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА СВІТЛОТЕХНІКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

МАЛЮГА АРСЕН РОМАНОВИЧ

УДК 621.3

**РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМ
ЖИВЛЕННЯМ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ**

8.05070105 «Світлотехніка і джерела світла»

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль 2017

Роботу виконано на кафедрі світлотехніки та електротехніки Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: доктор технічних наук, професор кафедри світлотехніки та електротехніки
Андрійчук Володимир Андрійович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Рецензент: доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри енергозбереження і енергетичного менеджменту
Тарасенко Микола Григорович,
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 9³⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №42 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 504

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми роботи. Особливістю сучасної енергетики є широке впровадження відновлювальних джерел енергії та їх раціональне використання. В першу чергу, до таких джерел слід віднести сонячні енергетичні системи, що працюють за принципом прямого перетворення сонячної енергії в електричну. На сьогодні цей напрямок альтернативної енергетики розвивається дуже інтенсивно. Враховуючи те, що потік сонячної енергії змінюється в залежності від особливостей добового і річного руху Землі, а також від кліматичних умов, потрібно мати системи, які акумулюватимуть енергію, а також раціонально її розподілятимуть. Тому **актуальним** є аналіз та дослідження сучасних систем генерування та акумулювання електричної енергії та раціонального використання її в автономних системах живлення освітлювальних установках. Потреба в таких установках виникає в місцях де відсутні електричні мережі, а також у різного типу туристичних базах у гірських районах, оскільки на території України рівень сонячної інсоляції $1250 \text{ кВт}\cdot\text{год}/(\text{м}^2\cdot\text{рік})$, якого достатньо для практичного використання.

Мета дослідження: Дослідження енергетичних характеристик сонячних елементів, акумулюючи систем та розробка системи керування автономним живленням освітлювальної установки.

Методи дослідження: Вимірювання світлових, темнових характеристик сонячних елементів, електричних параметрів суперконденсаторів, моделювання вольт-амперних характеристик сонячних елементів.

Об'єкт дослідження: Відновлювальні джерела енергії та їх використання в освітлювальній галузі.

Предмет дослідження: Використання сонячних елементів та суперконденсаторів, як первинного джерела енергії для систем зовнішнього освітлення та керування їх роботою.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження:

- Доповнено програмне забезпечення для визначення фотоелектричних та енергетичних параметрів сонячних елементів на основі вольт-амперних характеристик;
- Удосконалено математичну модель фотоелектричного елемента автономного джерела живлення та експериментально визначено її параметри;
- Удосконалено систему керування роботою автономного живлення освітлювальної установки, використовуючи метод широтно-імпульсної модуляції.

Практичне значення отриманих результатів дослідження:

- Розроблена методика вимірювання темнових і світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів з використанням світлових приладів ГО-07 з лампою ДРИ-1000 та FYGT300-IR7S з лампою ДКСШ-150;
- Розроблена та апробована система автономного живлення освітлювальної установки зовнішнього освітлення на базі сонячної

батареї АЛМ-50М та суперконденсаторів фірми Samvha типу Green-sar;

- Запропонована та апробована система керування процесом заряд/розряд накопичувального блоку автономної системи живлення;
- Запропонована система керування роботою блоку автономного живлення освітлювальної установки на основі контролера PWM SL-02A-20A з широтно-імпульсною модуляцією.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 17-18 листопада 2016. – с. 202.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 8 розділів, висновків та переліку посилань. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 97 арк. формату А4, графічна частина 9 аркушів формату А4.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі дана характеристика актуальності тематики магістерської роботи, визначено об'єкт та предмет досліджень, сформульовано наукову новизну та практичну цінність роботи, її апробацію.

У першому розділі представлені результати аналізу літературних джерел по тематиці магістерської роботи. Дана характеристика фотоелектричним перетворювачам. Приведено їх основні параметри та значення енергетичної ефективності. Для запасання електричної енергії дано характеристику різних типів акумуляторів та приведено їх порівняльні характеристики. Для керування процесами накопичення електроенергії розглянуто можливість застосування контролерів заряду/розряду для акумуляуючих пристроїв. Представлені характеристики світлодіодних освітлювальних пристроїв.

У другому розділі (**Науково-дослідна частина**) приведено опис методик вимірювання вольт-амперних характеристик сонячних елементів та визначення їх основних параметрів. Представлена еквівалентна схема елемента сонячної батареї на основі моделі “одного діода”. Розглянуто умови передачі енергії від сонячної батареї до навантаження. Приведена еквівалентна схема енергетичної системи сонячної батареї та лінії передач до споживача.

У третьому розділі (**Технічна частина**) приведені результати експериментальних досліджень темнових та світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів. Приведені графіки зміни потужності, що передається споживачеві від сонячної батареї, від величини напруги на споживачі, яка визначається величиною його опору. З даних графіків визначені V_{max} , I_{max} , при яких відбувається максимальне значення споживаної потужності.

У четвертому розділі (**Проектно-конструкторська частина**) розглянута система автономного живлення освітлювальної установки та керування її роботою. Блок автономного живлення зібраний із сонячного модуля АЛМ-50М з кремнієвими монокристалічними сонячними елементами електричною потужністю 50 Вт з максимальним струмом навантаження $I_{max}=2.87$ А при

напрузі $U_{max.} = 17.4$ В. Зарядний пристрій зібраний із іоністорів та ШІМ-контролера типу SL02-20A призначеного для керування процесами заряду-розряду акумулюючого блоку. Для освітлювальних установок (ОУ) взято світлодіодний світловий прилад (СП) типу ДСУ05У-25-1-325. Приведені результати розрахунку освітлення дорожнього покриття.

У п'ятому розділі (Спеціальна частина) дано характеристику комп'ютерних програм для світлотехнічних розрахунків. Детально розглянуто особливості розрахунку в програмному комплексі DIALux.

У шостому розділі (Організаційно-економічна частина) дано обґрунтування економічної ефективності впровадження систем автономного живлення ОУ зовнішнього освітлення з використанням сонячних батарей та іоністорних акумулюючих пристроїв. Представлено розрахунок економії витрат як енергетичних так і грошових в результаті переходу на світлодіодні освітлювальні пристрої.

У сьомому розділі (Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях) розглянуто питання впливу ультрафіолетового випромінювання на організм людини. Дано характеристику основних типів електробезпеки та електротравм при виробництві та експлуатації світлових приладів. Дано аналіз негативного впливу та заходів захисту від стихійних лих, дія яких може порушити роботу об'єктів енергетики.

У восьмому розділі (Екологія) розглянуто питання взаємозв'язку енергозбереження та охорони навколишнього середовища.

Висновки

Розроблена методика та проведено вимірювання темнових і світлових вольт-амперних характеристик сонячних елементів, на основі яких визначено їх основні фотоелектричні параметри.

Запропонована модель сонячного елемента у вигляді еквівалентної схеми "одного діода", яка підтверджена експериментально визначеними параметрами.

Показано, що при узгодженому навантаженні, коли $R_n = R_{вн}$ сонячної батареї в опорі навантаження буде виділятися максимальна потужність. Визначено P_{max} і коефіцієнт корисної дії автономної системи живлення.

Із зворотної вітки темної ВАХ сонячної батареї АЛМ-50М визначено струм насичення р-п- переходу $I_0 = 20$ мкА. Із світлової ВАХ визначено умови передачі максимальної потужності від СБ до навантаження: струм навантаження $I_{max} = 2.87$ А при напрузі $U_{max.} = 17.4$ В.

Запропоновано автономну систему живлення ОУ, що складається із сонячного модуля АЛМ-50М зібраного із монокристалічних сонячних елементів електричною потужністю 50 Вт, максимальним струмом навантаження $I_{max} = 2.87$ А при напрузі $U_{max.} = 17.4$ В та зарядного пристрою зібраного із батареї іоністорів з системою керування процесів заряду-розряду на основі контролера типу SL02-20A і пристрою балансування напруги на кожному елементі блоку акумуляторів.

Для ОУ зовнішнього освітлення запропоновано СП типу ДСУ05У-25-1-325 з світлодіодними джерелами світла. Проведено світлотехнічний розрахунок освітлення проїжджої частини та побудовано криві однакового освітлення.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

1. Малюга А.Р. Використання суперконденсаторів для автономного живлення установок із світлодіодними джерелами світла / Малюга А.Р., Андрійчук В.А., Філюк Я.О. Тези доповідей на V Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 17-18 листопада 2016. – с. 202.

АНОТАЦІЯ

В дипломній роботі магістра розроблена система автономного живлення освітлювальної установки на основі сонячної батареї АЛМ-50М та система керування її роботою.

Ключові слова: Сонячні батареї, суперконденсатори, іоністори, освітлювальна установка, контролер заряду/розряду.

Abstract

In the Master's thesis work developed system of independent power lighting settings based on solar cell ALM-50M and control system of its work.

Key words: solar batteries, supercapacitors, electric double layer capacitors, lighting systems, controller charge/discharge.