

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ

Рущкий Назарій Юрійович

УДК 621.3

**ВИКОРИСТАННЯ ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ
ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ БЕЗПРОВІДНИХ ДАВАЧІВ (НА ПРИКЛАДІ
ДАВАЧІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ)**

141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

АВТОРЕФЕРАТ
дипломної роботи магістра на здобуття вищої освіти
освітнього ступеня магістр

Тернопіль – 2019

Дипломною роботою магістра є рукопис

Робота виконана в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник кандидат технічних наук,
Белякова Ірина Володимирівна,
доцент кафедри електричної інженерії
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Рецензент кандидат фізико-математичних наук,
Шелестовський Борис Григорович
завідувач кафедри вищої математики
Тернопільського національного технічного
університету імені Івана Пулюя

Захист відбудеться "29" грудня 2019 р. о 10 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 41 з атестації здобувачів вищої освіти освітнього ступеня магістр 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка при Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя МОН України за адресою: 46000, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, аудиторія 404.

З авторефератом дипломної роботи магістра можна ознайомитись в інституційному репозиторії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (ELARTU) за адресою: <http://elartu.tntu.edu.ua/>.

Секретар
екзаменаційної комісії № 41

Коцюрко Р.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В даний час все більш актуальним завданням стає контроль якості повітря, який включає в себе контроль концентрації вуглеводнів, чадного і вуглекислого газів, кисню та інших газів як в житлових і промислових приміщеннях, так і на відкритих просторах.

Найбільш ефективно здійснення моніторингу газового складу навколишньої атмосфери може бути здійснено шляхом розгортання бездротових сенсорних мереж, що охоплюють великі території і забезпечують безперервний контроль наявності горючих, токсичних і вибухонебезпечних газів. Провідні датчики застосовуються в даний час, можуть виявитися непрактичними в деяких завданнях коли мережа складається і з тисяч сенсорних модулів. Причина полягає в тому, що проводити кабельні лінії в таких випадках з урахуванням існуючих фізичних обставин або величезної кількості часу необхідного для розгортання дротяних датчиків, може вважатися неможливим.

Однак необхідно відзначити, що при відсутності живлення від кабельних ліній, час роботи бездротових газових датчиків обмежується ємністю батарей. Ця проблема ускладнюється, коли здійснюється моніторинг горючих газів, оскільки, датчики вказаного типу споживають значну кількість енергії. Процедура заміни батарей в бездротових сенсорних мережах, що містять велику кількість датчиків забирає багато часу особливо коли бездротова сенсорна мережа розгорнута в несприятливому місці в плані кліматичних і географічних умов, що і є важливим в задачах нафтогазової промисловості, таких як, моніторинг газу по трубопровідних мережах.

Таким чином, завдання забезпечення стабільного джерела живлення для бездротових датчиків газу є актуальним. Для того, щоб збільшити час автономної роботи датчиків газу, одним варіантом є живлення бездротових датчиків від поновлюваних джерел енергії. У природі існують різні види енергії які можна збирати і перетворювати в електричну енергію.

У даній роботі розробляється енергоустановка, яка акумулює енергію від Сонця і вітру для живлення бездротових датчиків газу призначених для роботи в складі бездротової сенсорної мережі. Для проектування енергоустановки необхідно вибрати джерела енергії на основі аналізу потужних характеристик датчиків газу, проаналізувати варіанти проектування схеми регулювання потужності і вибрати параметри для її реалізації з огляду на потреби по потужності компонентів бездротового газового датчика, розробити схему джерела живлення і алгоритми по оптимізації збору енергії від альтернативних джерел енергії.

Об'єкт дослідження: процеси перетворення, накопичення розподілу та споживання електроенергії у енергоустановці для живлення бездротових датчиків газу від поновлюваних джерел енергії.

Предмет дослідження: енергоустановки, засновані на комплексному використанні сонячної та вітрової енергії.

Мета роботи. Розробка енергоустановки на базі поновлюваних джерел енергії для живлення малопотужних бездротових датчиків вибухонебезпечних і токсичних газів.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

- аналіз джерел енергії для ефективного використання в малопотужних електронних пристроях і системах.
- визначення конструктивно-технологічних принципів створення енергоустановки для живлення бездротових датчиків газу від поновлюваних джерел енергії;
- розробка алгоритмів зарядки накопичувального елемента і оптимізація збору енергії від альтернативних джерел енергії.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1. Запропоновано енергоустановку, яка збирає і акумулює альтернативну енергію Сонця та вітру для живлення малопотужних пристроїв, зокрема, бездротових газових давачів, які призначені для роботи в складі автономних бездротових сенсорних мереж і забезпечують моніторинг газового повітря і передачу даних по радіоканалу.

2. Показана ефективність використання суперконденсаторів (іоністорів) в якості накопичувачів електроенергії в енергетичній установці. Запропоновано схемотехнічне рішення, що забезпечує ефективну зарядку суперконденсаторів від сонячної батареї і вітрогенератора шляхом завершення зарядки одного суперконденсатора за рахунок перенаправлення енергії на повному обсязі на зарядку іншого суперконденсатора.

3. Показана можливість тривалої автономної роботи бездротових датчиків чадного газу і метану з живленням від розробленої енергоустановки, що дозволяє використовувати давачі для моніторингу токсичних і вибухонебезпечних газів в місцях з відсутнім мережевим живленням.

Метод досліджень. Для вирішення поставлених завдань були здійснені теоретичні розрахунки, а виконані експериментальні дослідження показали хороший збіг теорії з експериментом.

Практична цінність роботи.

1. Розроблено нову високоефективну енергоустановку для акумулювання електроенергії від поновлюваних джерел. Розроблена енергоустановки складається з пристрою збору енергії, двох суперконденсаторів, первинного літійового елемента, комутаційного блока, блока вибору джерела живлення, перетворювача напруги та мікроконтролера.

2. Досліджено роботу джерел живлення енергоустановки, призначеної для автономної роботи в складі бездротових сенсорних мереж з моніторингу токсичних і вибухонебезпечних газів в місцях з відсутнім живленням від мережі.

Апробація результатів роботи. Окремі результати роботи доповідались на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 27-28 листопада 2019 року. ТНТУ.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної

записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 6 частин, висновків та переліку посилань. Об'єм роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 116 арк. формату А4, графічна частина – 22 аркуші презентації.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету та основні задачі досліджень, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, апробацію результатів роботи.

Перший розділ «Літературний огляд» носить оглядово-аналітичний характер і містить результати роботи аналізу бездротових сенсорних мереж та датчиків газу. Наведено аналіз декількох поновлювальних джерел енергії та обґрунтовано використання для досягнення поставленої мети сонячної та вітрової енергії.

У **другому розділі «Основна частина»** наведено основні результати дипломної роботи. Розглянуто теоретичні основи створення енергоустановки яка може одночасно збирати енергію від більш ніж одного альтернативного джерела енергії. З початку проведено оцінку споживання потужності бездротовими датчиками газу. Також проведено аналіз енергоспоживання основними компонентами бездротових газових датчиків.

На рис. 1 показано елементи системи акумулювання енергії. Для забезпечення необхідного рівня постійної напруги, в системі збору енергії застосовано DC / DC перетворювач. Він у ширших межах регулює напругу ніж лінійний регулятор.

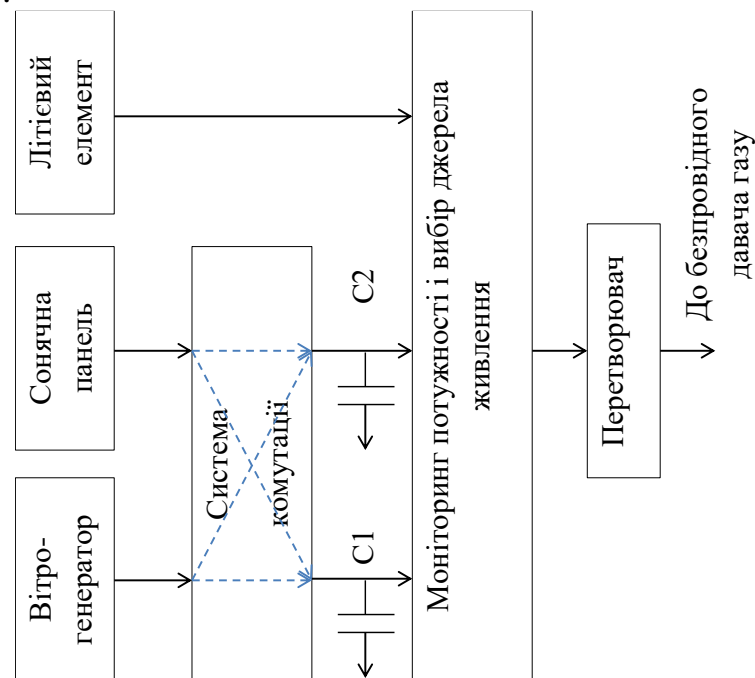


Рис. 1. Блок схема енергоустановки по акумулюванню енергії від поновлюваних джерел енергії

У запропонованій схемі живлення давача здійснюється від сонячної енергії та енергії вітру. Схема платформи збору енергії складається з наступних частин: вхідний блок, що включає в себе первинний літєвий елемент і альтернативні джерела енергії (сонячну батарею, вітрогенератор) блок комутації і зберігання енергії, блок вибору джерела живлення і перетворювач напруги. Для стабілізації напруги використано DC/DC перетворювач TPS61200. Для динамічного накопичення та генерування електроенергії використано два суперконденсатори – по одному на кожне альтернативне джерело енергії. Керування зарядкою конденсаторів здійснюється програмно за допомогою мікроконтролера. Для даного випадку вибрано ATxMEGA32A4. Даний мікроконтролер також здійснює вибір найбільш надійного джерела живлення між суперконденсаторами та літєвим елементом.

Також проведено дослідження процесу генерування електроенергії сонячною батареєю та міні-вітрогенератором.

Проведено вимірювання заряду і розряду суперконденсаторів. Заряд суперконденсатора від сонячної панелі здійснювався при сонячній і хмарній погоді.

Проведено розрахунок часу автономної роботи електрохімічного давача чадного газу NAP – 505 та каталітичного давача метану при живленні від поновлюваних джерел енергії з використанням запропонованої у роботі схеми. Встановлено, що час автономної роботи давача чадного газу від одного повністю зарядженого суперконденсатора становить близько 240 годин. Для давача метану цей час дорівнює 39 годин. Це пов'язано з тим, що давач метану має більше енергоспоживання і вимірювання метану здійснюються частіше (раз в 15 с) в порівнянні з давачем CO.

У третьому розділі «Спеціальна частина» описано систему автоматичного проектування та використані у роботі можливості програми Microsoft Excel для аналізу даних з допомогою діаграм .

У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» проведено розрахунок економічної ефективності використання двох типів сонячних батарей та показано як залежить термін окупності від вартості 1 Вт батареї.

У п'ятому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проведено аналіз наступних питань: інструктажі з охорони праці, класифікація приміщень за небезпекою електротравм та оцінка впливу вражаючих факторів надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу на об'єкти господарювання.

У шостому розділі «Екологія» наведено розкрито питання альтернативних джерел енергії, ресурсозбереження, безвідходних і маловідходних технологій, утилізація відходів, екологізація виробництва

ВИСНОВКИ

1. Розроблено нову високоефективну енергоустановку для акумулювання енергії від поновлюваних джерел енергії. Розроблена енергоустановка

складається з пристрою збору енергії (вітрогенератора і сонячної панелі), двох суперконденсаторів, літійового елемента, комутаційного блоку, блоку вибору джерела живлення, перетворювача напруги і мікроконтролера.

2. Запропоновано використовувати в якості накопичувачів альтернативної енергії суперконденсатори в енергоустановці для живлення автономних бездротових датчиків газу, які розташовані в місцях з відсутнім електроживленням та призначені для здійснення моніторингу токсичних і горючих газів і передачі отриманих даних по радіоканалу.

3. Проаналізовано схеми перетворювачів напруг для застосування в схемі енергоустановки. У даній роботі, для досягнення поставлених цілей, обрано перетворювач постійної напруги TPS61200 який працює в діапазоні від 0,3 В...5,5 В, що відповідає напругам, що генеруються сонячною панеллю і вітрогенератором. Більш того, зазначений перетворювач генерує струм необхідний для роботи датчиків CH_4 з ефективністю 90 %, для датчика CO вона становить приблизно 80 %.

4. Завдяки можливості збору енергії одночасно від більш ніж одного альтернативного джерела енергії, значно збільшується час автономної роботи бездротових датчиків газу, призначених для автономної роботи в складі бездротових сенсорних мереж з моніторингу токсичних і вибухонебезпечних газів в місцях з відсутнім живленням від мережі. В якості резервного джерела енергії запропоновано використовувати первинний літійовий елемент, а не акумулятор, так як саморозряд первинних літійових елементів приблизно 1 % на рік.

5. Запропоновано алгоритм для підвищення енергоефективності процесу збору енергії від сонячної батареї що збільшує ефективність зарядки суперконденсатора. Відповідно до цього алгоритму, знаходження точки максимальної потужності сонячної панелі здійснюється декрементною зміною часу розряду індуктивного елемента і порівнянням вихідної потужності сонячної панелі до і після цих змін. Якщо вихідна потужність сонячної панелі максимальна, балансування припиняється. Перекорекція струму навантаження сонячної панелі виконується періодично шляхом нової зміни часу розряду індуктивного елемента і знаходження нової оптимальної точки.

6. Запропоновано спосіб зарядки накопичувального елемента на основі якого можна здійснювати зарядку суперконденсатора вітрогенератора від сонячної панелі якщо напруга на суперконденсаторі сонячної панелі досягла максимум. На базі подібного принципу можна проводити зарядку суперконденсатора сонячної панелі від вітрогенератора.

7. Досліджено роботу енергоустановки для забезпечення автономної роботи бездротових датчиків чадного газу і метану. Результати показують, що датчик чадного газу може працювати 240 годин від кожного повністю зарядженого суперконденсатора. Це час для датчика метану складає 39 годин. Отримані результати є наслідком різного енергоспоживання датчиків CO і CH_4 .

8. Проведено теоретичні розрахунки часу автономної роботи датчиків. Результати показують, що втрати в DC/DC перетворювачі і саморозряд суперконденсатора обумовлюють різницю між теоретичними і

експериментальними даними за часом автономної роботи бездротових датчиків газу.

9. Розглянуто перспективи застосування енергоустановки зі збору енергії для бездротових датчиків газу. Запропоновано можливість застосування розробленої енергоустановки в нафтогазовій промисловості, наприклад, для трубопровідних мереж..

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати роботи

1. **Руцький Н.І.** Використання поновлювальних джерел енергії для живлення безпроводних давачів/ Руцький Н.І.// Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 27–28 листоп. 2019.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2019 — Т. 3. – 181с.

АНОТАЦІЯ

Руцький Н.І. Використання поновлювальних джерел енергії для живлення безпроводних давачів (на прикладі давачів вибухонебезпечних газів). – **Рукопис.**

Дипломна робота магістра за спеціальністю 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2019.

Запропоновано енергоустановку, яка збирає і акумулює альтернативну енергію Сонця та вітру для живлення малопотужних пристроїв, зокрема, бездротових газових давачів, які призначені для роботи в складі автономних бездротових сенсорних мереж і забезпечують моніторинг газового повітря і передачу даних по радіоканалу.

Досліджено роботу джерел живлення енергоустановки, призначеної для автономної роботи в складі бездротових сенсорних мереж з моніторингу токсичних і вибухонебезпечних газів в місцях з відсутнім живленням від мережі.

Проведено вимірювання заряду і розряду суперконденсаторів. Заряд суперконденсатора від сонячної панелі здійснювався при сонячній і хмарній погоді.

Розглянуто перспективи застосування пристроїв збору енергії від поновлюваних джерел енергії. Запропоновано можливості застосування розробленої енергоустановки.

Ключові слова: енергоустановка, сонячна енергія, електроенергія, енергія вітру, суперконденсатор.

ANNOTATION

Rutskyi N.I. Using of renewable energy sources for powering wireless sensors (on the example of explosive gas sensors). - **Manuscript.**

Diploma paper for a Master's Degree, speciality 141 Electrical Power

Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics . – Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, 2019.

An energy installation is proposed that collects and stores alternative solar and wind energy to power low-power devices, in particular, wireless gas sensors, which are designed to operate in autonomous wireless sensor networks and provide gas air monitoring and radio transmission.

The work of power supply units for autonomous operation in the composition of wireless sensor networks for monitoring toxic and explosive gases in places with no mains supply has been investigated.

The charge and discharge measurements of supercapacitors have been measured. The charge of the supercapacitor from the solar panel was carried out in sunny and cloudy weather.

Prospects for the use of renewable energy sources are considered. Possibilities of application of the developed power installation are offered.

Key words: power plant, solar energy, electricity, wind energy, supercapacitor