

УДК 621.3

**СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО
КОМПРЕСОРА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ****Марченко Р. М., Стаценко В. В.***Київський національний університет технологій та дизайну*

Мета. Метою роботи є дослідження можливості застосування джерел відновлювальної енергії для живлення електричного побутового компресора.

Методика. Використані відомі методи математичного моделювання, проведення експериментальних досліджень та аналізу електричних та електронних кіл.

Результати досліджень. Розроблено дослідний стенд для визначення параметрів сонячних панелей та системи живлення побутового електричного компресора. Проведено експериментальні дослідження параметрів сонячної панелі та математичне моделювання роботи стенду.

Наукова новизна. Розроблено математичні моделі процесу роботи стенду для дослідження системи живлення побутового компресора із використанням сонячної енергії. Представлено результати експериментальних досліджень параметрів сонячної панелі.

Практична значимість. Розроблений стенд дозволяє визначити параметри системи живлення побутового компресора та забезпечує його роботу за відсутності мережі живлення.

Ключові слова: компресор, джерело живлення, сонячна енергія, сонячна панель, акумулятор, мікроконтролер

Побутові електричні компресори застосовуються для накачування шин велосипедів, мотоциклів, надувних іграшок, матраців та інших виробів. Часто необхідність у використанні таких пристроїв виникає під час туристичних подорожей, в умовах де немає доступу до стаціонарної мережі електричного живлення. Потужність побутових компресорів вимірюється десятками ват, що зумовлює потребу у мобільному джерелі живлення. Враховуючи, що значний відсоток туристичних подорожей припадає на теплу пору року, перспективним є використання сонячної енергії для живлення електричних приладів. Також за останні роки спостерігається зниження вартості сонячних панелей, що додатково підвищує привабливість таких джерел живлення. З іншого боку, підключати прилади безпосередньо до такого джерела живлення неможна, оскільки вихідні напруга та струм сонячних панелей суттєво залежить від рівня освітленості. Для забезпечення стабільної величини вихідної потужності використовують спеціалізовані контролери та акумуляторні батареї. Необхідність використання цих додаткових пристроїв збільшує масогабаритні показники джерел живлення, що обмежує їх використання. Вирішення цієї проблеми потребує проведення досліджень параметрів сонячних панелей та перетворювачів сонячної енергії в електричну, які дозволять зробити обґрунтований вибір обладнання,

виходячи із заданої потужності та необхідного часу автономної роботи. Це зумовлює актуальність розробки стендів для дослідження характеристик та режимів роботи систем живлення на основі сонячної енергії.

Постановка завдання

Метою роботи є розробка стенду для дослідження системи живлення побутового компресора на основі сонячної енергії та визначення її експлуатаційних параметрів.

Результати досліджень

У роботі розроблено дослідний стенд для дослідження роботи системи живлення побутового компресора від сонячної енергії, структурна схема якого представлена на рис. 1. Перетворення сонячної енергії здійснюється за допомогою полікристалічної сонячної панелі. Електрична енергія від панелі знаходить до контролера живлення, який передає її до акумуляторної батареї та навантаження, в якості якого в даній системі використовується електричний побутовий компресор. Оскільки вихідні струм та напруга сонячної панелі суттєво залежать від рівня освітленості, на першому етапі роботи контролер заряджає акумулятор, який надалі забезпечує надходження постійної напруги на електричний компресор. Після завершення процесу зарядки акумулятора контролер переходить в режим живлення компресора. При цьому припиняється передача напруги сонячної панелі на клемми акумулятора та замикається реле. В результаті компресор підключається до клем акумулятора.

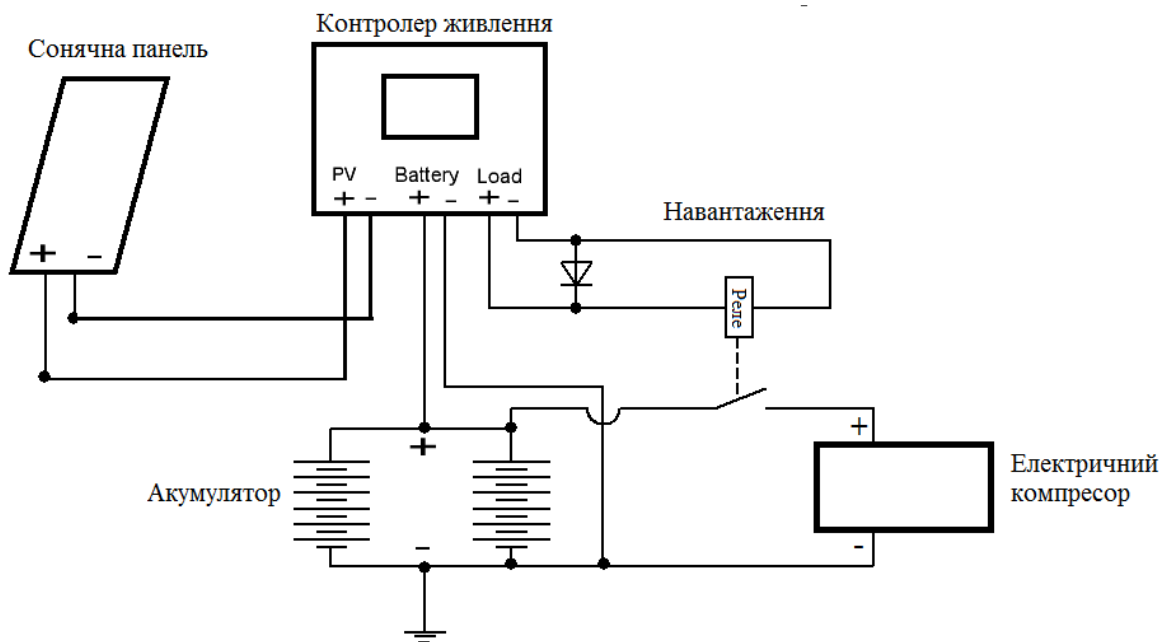


Рис. 1. Структурна схема дослідного стенду для живлення електричного компресора від сонячної панелі

Така схема живлення забезпечує стабільну роботу компресора, тривалість якої визначається ємністю акумуляторної батареї та потужністю, що споживається навантаженням.

Дослідження роботи системи проводилось із сонячною панеллю АХІОМА energy АХ-50Р, максимальна потужність якої становить 50 Вт. В якості навантаження використовувався електричний компресор Bord BLK 251 N із потужністю 60 Вт та напругою живлення 12 В. Накопичування енергії забезпечувала акумуляторна батарея типу KSTAR із ємністю 4,5 А*год та напругою 12 В. Комутація пристроїв здійснювалось за допомогою контролера живлення типу СМР12-10А, керування напругою в якому реалізовано за основі широтно-імпульсної модуляції. Контролер дозволяє заряджати акумуляторні батареї напругою 12 або 24В із максимально припустимим струмом 10А.

З метою визначення параметрів сонячних батарей у роботі проведено експериментальне дослідження під час якого визначалась залежність між опором навантаження та напругою на виході батареї за різних величин освітленості. Значення опорів навантаження змінювались у діапазоні від 6 до 30 Ом. Дослід повторювався при рівнях освітленості 52361 та 3808 люкс. Результати досліджень показані на рис. 2.

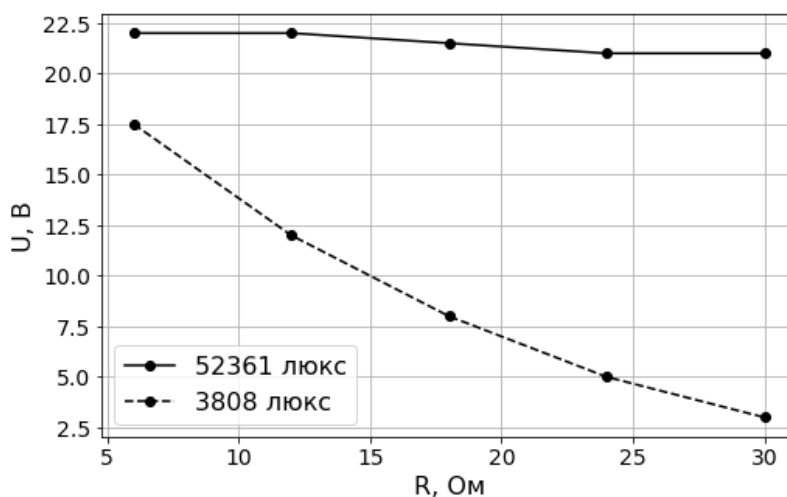


Рис. 2. Залежність напруги сонячної панелі від опору навантаження та рівня освітленості

Аналіз отриманих результатів свідчить, що за низького рівня освітленості вихідна напруга панелі суттєво знижується при збільшенні величини опору навантаження та є меншою за номінальну (17,8 В). У випадку високого рівня освітленості напруга на виводах панелі залишається практично незмінною при зміні опору.

Дослідження тривалості процесу заряджання акумуляторної батареї та часу роботи компресора здійснювалось за допомогою математичних моделей, що розроблені у середовищі Simulink програмного комплексу Matlab (рис. 3 та 4).

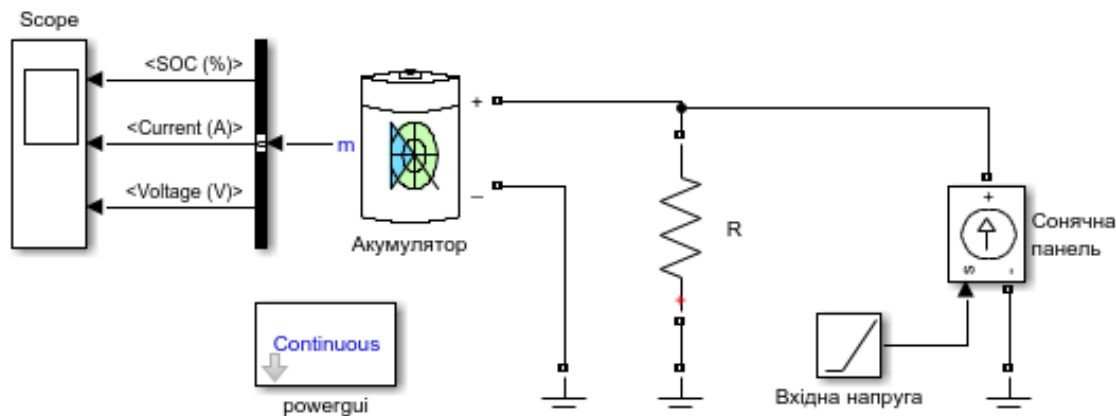


Рис. 3. Модель для дослідження процесу заряджання акумуляторної батареї

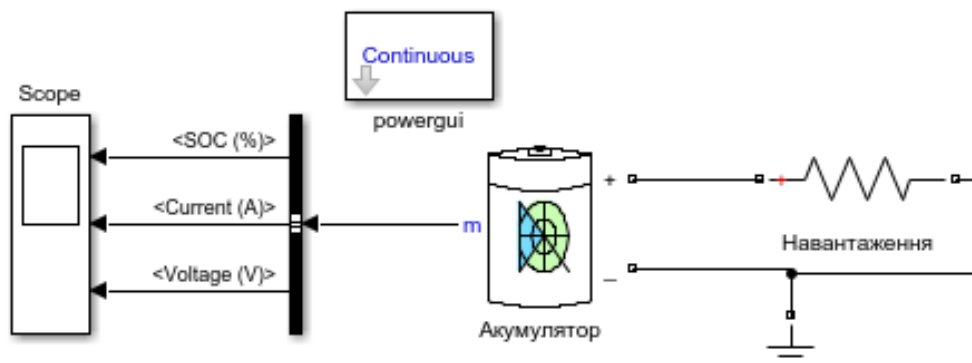


Рис. 4. Модель для дослідження розряджання акумуляторної батареї

В результаті отримані залежності, що характеризують зміни величин заряду, струму та напруги батареї у часі. Графіки перехідних процесів показані на рис. 5 та 6.

Під час моделювання напруга сонячної панелі дорівнювала 22 В, що відповідає її роботі у ясну погоду (освітленості 50000 люкс). Процес заряду акумулятора практично повністю завершується за 3600 с. Ємність батареї є достатньою для забезпечення роботи компресора на протязі 30 хвилин. При цьому напруга на виході батареї знаходиться у межах 11..12 В, тобто величина зниження напруги не перевищує 10%. Враховуючи, що максимально припустимий час безперервної роботи компресора становить 20 хвилин, така ємність є достатньою для побутової експлуатації компресора.

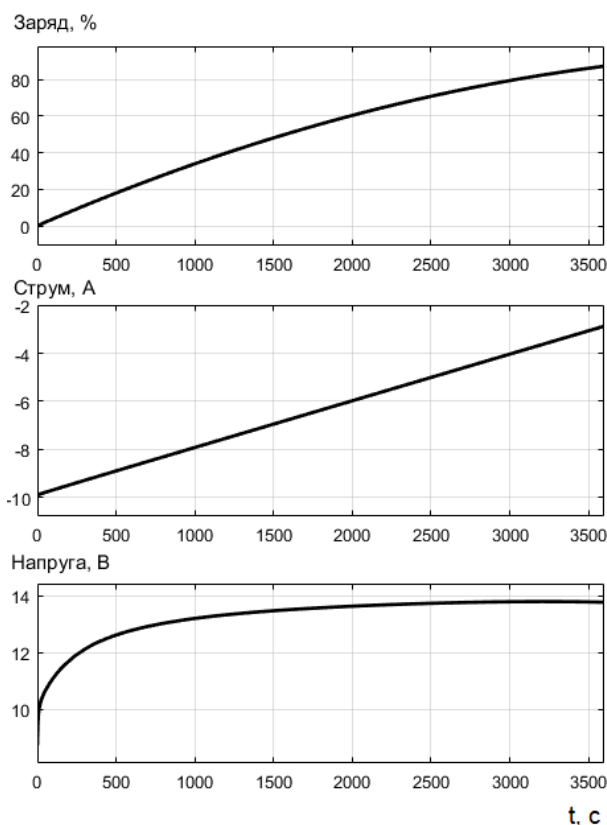


Рис. 5. Процес заряду акумуляторної батареї від сонячної панелі

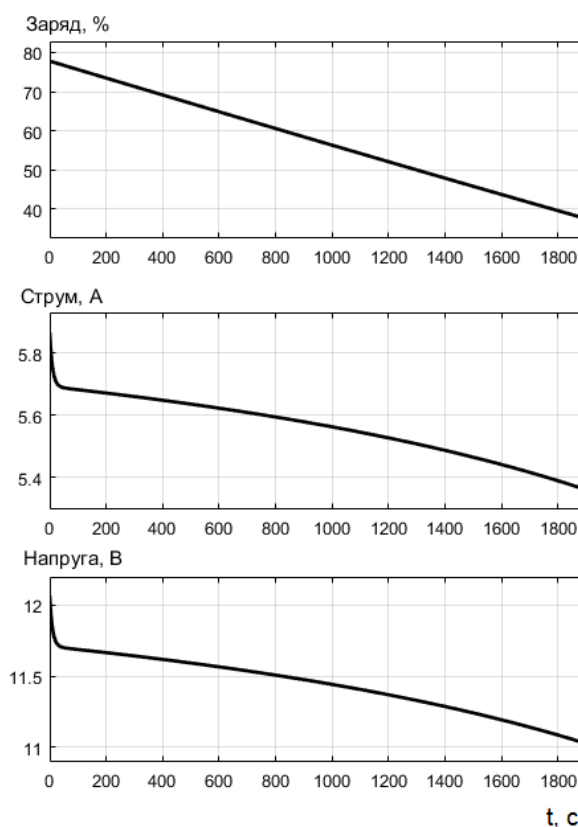


Рис. 6. Процес розряду акумуляторної батареї при підключенні навантаження

Висновки

- 1) Запропонована система дозволяє проводити дослідження систем живлення на основі сонячних панелей.
- 2) Заряджання акумуляторної батареї від 5 до 85% можна здійснити за умови ясної погоди (освітленості ~50000 люкс) на протязі 3600 сек.
- 3) Акумуляторна батарея, що використовується у системі, дозволяє забезпечити роботу компресора на протязі 30 хвилин, при цьому рівень заряду батареї знижується з 80 до 40%.

Список використаних джерел

1. Германов В. Альтернативные источники энергии и энергосбережение / В. Германов, А. Турилин // Санкт-Петербург: Наука и Техника. – 2014. – 320 с.
2. Бацала Я. В. Удосконалення засобів контролю параметрів електроенергії

References

1. Germanov, V., Turilin, A. (2014). *Alternatyvnye istochniki energii i energosberezhenie* [Alternative energy sources and energy conservation] Sankt-Peterburg: Nauka i Tekhnika [in Russian].
2. Batsala, Ya.V., Hlad, I.V. & Kiianiuk, O.I. (2015). *Udoskonalennia zasobiv kontroliu*

- відновлювальних джерел енергії / Я. В. Бацала, І. В. Гладь, О. І. Кіянюк // Нафтогаз. енергетика. – 2015. – № 1. – С. 52-60.
3. Харченко Н. В. Индивидуальные солнечные установки. / Н. В. Харченко // М.: Энергоатомиздат. – 1991. – 208 с.
- parametriv elektroenerhii vidnovliuvalnykh dzherel enerhii* [Improvement of renewable energy sources electricity parameters control means] Naftohaz. enerhetyka [in Ukrainian].
3. Kharchenko, N.V. (1991). *Individualnye solnechnye ustanovki.* [Individual solar installations.] М.: Energoatomyzdat [in Russian].

Marchenko Ruslan
r.marchenko@ukr.net
Kyiv National University of
Technologies and Design

Statsenko Volodymyr
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3932-792X>
ResearcherID: [C-3646-2017](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36462017/)
statsenko.v@knu.ac.ua
Kyiv National University of
Technologies and Design

Стенд для исследования системы питания электрического компрессора с использованием солнечной энергии

Марченко Р. М., Стаценко В. В.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

Цель. Целью работы является исследование возможности применения источников возобновляемой энергии для питания электрического бытового компрессора.

Методика. Используются известные методы математического моделирования, проведения экспериментальных исследований и анализа электрических и электронных цепей.

Результаты исследований. Разработан опытный стенд для определения параметров солнечных панелей и системы питания бытового электрического компрессора. Проведены экспериментальные исследования параметров солнечной панели и математическое моделирование работы стенда.

Научная новизна. Разработаны математические модели процесса работы стенда для исследования системы питания бытового компрессора с использованием солнечной энергии. Представлены результаты экспериментальных исследований параметров солнечной панели.

Практическая значимость. Разработанный стенд позволяет определить параметры системы питания бытового компрессора и обеспечивает его работу без доступа к электрической сети.

Ключевые слова: компрессор, источник питания, солнечная энергия, солнечная панель, аккумулятор, микроконтроллер

The research stand for an electric compressor power system study using solar energy

Marchenko R. M., Statsenko V. V.

Kyiv National University of Technologies and Design

Purpose. The work aim is to study the possibility of using renewable energy sources to power an electric household compressor.

Methodology. The well-known methods of mathematical modeling, experimental research and electrical and electronic circuits analysis are used.

Findings. The research stand has been developed to determine the solar panels parameters and the household electric compressor power system. Experimental studies of the solar panel parameters and the research stand mathematical modeling results are shown.

Originality. Mathematical models of the research stand operation process for studying the household compressor power supply system using solar energy have been developed. The experimental studies results of the solar panel parameters are presented.

Practical value. The developed stand allows to determine the household compressor power system parameters and ensures its operation without access to the electrical network.

Keywords: compressor, power supply, solar energy, solar panel, battery, microcontroller