

## ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Запропоновано структуру лабораторного стенду для дослідження характеристик фотоелектричних вимірювальних перетворювачів.*

**Ключові слова:** фотоелемент, струм, вольт-амперна характеристика, лабораторний стенд.

### *Abstract*

*A laboratory stand for studying the characteristics of photoelectric measurement transformations is proposed.*

**Keywords:** photocell, current, current-voltage characteristic, laboratory stand.

### Вступ

Сучасні тенденції в світовій енергетиці стимулюють істотне зростання інтересу до альтернативних джерел енергії [1-4]. Фотоелектричні перетворювачі (ФЕП) або сонячні панелі є найбільш перспективними, екологічно чистими кандидатами на зменшення нафтової залежності світу і, на відміну від органічних і неорганічних джерел енергії, перетворюють сонячне випромінювання безпосередньо в електроенергію. Тому дослідження спрямовані на покращення характеристик первинних перетворювачі сонячної енергії є актуальними.

Метою роботи є розробка структури лабораторного стенду для дослідження характеристик фотоелектричних вимірювальних перетворювачів.

### Результати дослідження

У існуючій навчальній та науково-технічній літературі наводиться недостатньо описів сучасних лабораторних стендів для дослідження фотоелектричних вимірювальних перетворювачів. ВАХ фотоелемента демонструє залежність вихідного струму, що генерується при освітленості ФЕП та протікає через підключене навантаження, від падіння напруги на цьому навантаженні. Рівняння що описує вище згадане пояснення можна представити у вигляді:

$$I = I_{ph} - I_0 \left( \exp \left( \frac{U + IR_s}{m} \right) - 1 \right) - \frac{U + IR_s}{R_p}, \quad (1)$$

де  $m = AkT/e$ ,

$I$  – значення струму який протікає через навантаження,

$U$  – падіння напруги на навантаженні,

$I_{ph}$  – величина фотоструму, що генерується,

$I_0$  – значення струму насичення діоду,

$A$  – діодний коефіцієнт (табличне значення),

$e$  – модуль заряду електрона,

$k$  – стала Больцмана,

$T$  – температура (термодинамічна),

$R_p$  – паралельний (шунтуючий) опір,

$R_s$  – опір (послідовний).

Рівняння (1) описує ВАХ фотоелектричного перетворювача, що використовуються на практиці, без останнього доданку таке рівняння описує ідеальний фотоелектричний перетворювач.

Основними характеристиками для дослідження фотоелектричного перетворювача є напруга і струм такого перетворювача в різних режимах його роботи, а саме: холостого ходу, навантаження і напруга/струм на батарейних елементах живлення.

Також для дослідження обраний коефіцієнт корисної дії (ККД) фотоелементу, який розраховується за формулою:

$$\eta = \frac{P_m}{P} = \frac{ff * I_{sc} * U_{oc}}{P}, \quad (2)$$

де  $P$  – потужність падаючого сонця на фотоелемент,

$P_m$  – максимальна вихідна потужність фотоелемента,

$ff$  – фактор заповнення ВАХ (розраховується окремо),

$I_{sc}$  – струм короткого замикання,

$U_{oc}$  – напруга холостого ходу.

Коефіцієнт (фактор) заповнення ВАХ [5] можна розрахувати відповідно за 3:

$$ff = \frac{I_m U_m}{I_{sc} U_{sc}}, \quad (3)$$

де  $I_m$  та  $U_m$  – величина струму і напруги, що відповідають значенню  $P_m$ . Тоді максимальна вихідна потужність фотоелементу буде визначатись як:

$$P_m = ff \cdot I_{sc} \cdot U_{oc} \quad (4)$$

Графічна залежність напруги холостого ходу від потужності на виході ФЕП представлена на рисунку 5(а), а зовнішній вигляд лабораторного стенду, що дозволяє визначати основні характеристики ФЕП приведена на рисунку 5(б).

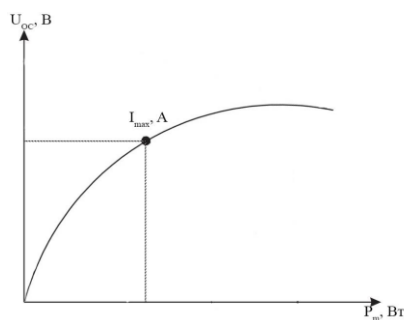


Рисунок 5 – Лабораторний стенд

## Висновки

В ході виконання теоретичного дослідження було встановлено основні параметри ФЕП, які прямо впливають на ефективність їх роботи та визначені граничні значення їх зміни. Запропонована структурна схеми лабораторного стенду та методика виконання вимірювань для проведення лабораторних досліджень. Виконана перевірка запропонованого підходу на реальному устаткуванні та проведено елементарні експерименти, що підтвердили правильність теоретичних висновків.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Серкез Х. В. Метрологічне забезпечення випробувань сонячних колекторів / Х. В. Серкез, В. О. Яцук, П. Г. Столярчук, М. М. Микійчук, Р. П. Дяк, Т. М. Олеськів // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Термографія і термометрія, метрологічне забезпечення вимірювань та випробувань», 23-27 травня 2013 р. – Львів : НУ «ЛП», 2013. – С. 150.
2. Возняк О. Т. Енергетичний потенціал сонячної енергетики та перспективи його використання в Україні / О. Т. Возняк, М. Є. Янів // Вісн. Нац. унту "Львів. політехніка". Теорія і практика буд-ва. - 2010. – №664. – С. 7-10.
3. Будицький В.І. Аналіз можливостей використання сонячної енергії як додаткового енергоджерела в НТУУ «КПІ» / В.І. Будицький // XII Міжнародна науково-практична конференція «Відновлювана енергетика XXI століття». – Крим, 2011. – С. 216–217.
4. Будицький В. І. Концепція зарядження акумуляторної батареї електромобіля від фотоелектричної станції / В. І. Будицький, С.О. Кудря, В.Б. Павлов // Відновлювана енергетика. – 2014. – №1. – С.14–21.
5. Лежнюк П. Д., Бартецький А. А., Бартецька І. А. Оптимізація роботи фотоелектричних станцій для забезпечення балансової стійкості енергосистеми // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – Том 29, №5, частина 2. – 2018. – С. 114–118.

**Король Сергій Анатолійович** – студент групи АКІТ-19бз, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: korol1502@ukr.net

**Дудатєв Ігор Андрійович** – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

**Овчинников Костянтин Вячеславович** – канд. техн. наук, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет

**Korol Sergiy A.** – student of AKIT-19bz group, faculty of intellectual information technologies and automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: korol1502@ukr.net

**Dudatiev Igor A.** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of information radioelectronic technologies and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Ovchynnykov Kostiantyn V.** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia