

УДК 621.313

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ
ПОНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ****С. М. Бойко, Є. П. Карлик**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: zhenya021986@i.ua**І. О. Синчук, Р. А. Пархоменко, О. А. Удовенко**Криворізький національний університет
вул. ХХІІ Партз'їзду, 11, м. Кривий Ріг, 50027, Україна**В. М. Будніков**Кременчуцький інститут Дніпропетровського університету ім. Альфреда Нобеля
вул. 60 років Жовтня, 79, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: budnikov@mail.ru

Підкреслено актуальність питання про посилення вивчення проблем використання поновлюваних джерел електричної енергії. Розглянуто розроблену структуру лабораторного стенду для дослідження роботи різних видів відновлюваних джерел живлення. Вказано основні вузли й технічні особливості лабораторного стенду. Досліджено роботу транзисторних ключів з метою відбору максимальної потужності при паралельній роботі декількох джерел енергії.

Ключові слова: електропостачання, електротехнологічні установки, альтернативні джерела енергії, вимірювальний блок.

**УЧЕБНО-НАУЧНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ
ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ****С. Н. Бойко, Е. П. Карлик**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: zhenya021986@i.ua**И. О. Синчук, Г. А. Пархоменко, О. А. Удовенко**Криворожский национальный университет
ул. ХХІІ Партсъезда, 11, г. Кривой Рог, 50027, Украина**В. Н. Будников**Кременчугский институт Днепропетровского университета им. Альфреда Нобеля
ул. 60 лет Октября, 79, м. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: budnikov@mail.ru

Подчеркнута актуальность вопроса об усилении изучения проблем использования возобновляемых источников электрической энергии. Рассмотрена разработанная структура лабораторного стенда для исследования работы разных видов восстанавливаемых источников питания. Указаны основные узлы и технические особенности лабораторного стенда. Исследована работа транзисторных ключей с целью отбора максимальной мощности при параллельной работе нескольких источников энергии.

Ключевые слова: электроснабжение, электротехнологические установки, альтернативные источники энергии, измерительный блок.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. За сучасних умов підготовки фахівців напряму електротехніка та електротехнології при вивченні ряду навчальних дисциплін, згідно з навчальними планами, питання ефективного енерговикористання та перетворення енергії займає особливе місце. При цьому розуміння «фізики» процесів, володіння методами їх реалізації, орієнтування у різноманітті технічних засобів ставить перед викладачами задачу розробки відповідного лабораторного обладнання, яке повинно бути інструментом для підвищення ефективності опанування студентами вище-зазначених положень. Важливо, щоб стенд відповідав:

- сучасним тенденціям техніки;
- був універсальним, тобто охоплював широкий спектр дисциплін, що викладаються на кафедрі;
- мав достатню технічну базу для проведення не лише лабораторних практикумів, а й зняття науково-дослідницьких експериментів;
- можливостям доповнення та нарощування при необхідності новою елементною базою.

Метою дослідження є розробка структури та алгоритмів функціонування лабораторного стенду для

досліджень різноманітних видів відновлюваних джерел живлення (ВДЖ), а саме вітрогенераторних установок (ВЕУ).

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Представлений лабораторний стенд дозволяє проводити наступні лабораторні роботи:

- дослідження енергетичних характеристик та перехідних процесів при роботі відновлювальних джерел електричної енергії на різне за характером навантаження;
- дослідження впливу зовнішніх факторів на інтенсивність генерування електричної енергії відновлюваними джерелами живлення;
- дослідження роботи напівпровідникових перетворювачів та силового обладнання, що входить до складу силової частини стенду;
- дослідження одночасної роботи двох, трьох відновлюваних джерел електричної енергії на спільне навантаження;
- дослідження роботи системи під час перехідних процесів, які виникають при комутації (підключення та відключення ВДЖ, підключення додаткових ВДЖ до вже працюючої системи);

– дослідження динамічних та статичних характеристик генераторів, що використовуються для генерування електричної енергії у ВДЖ;

– вивчення методів розрахунку основних енергетичних параметрів вищенаведених ВДЖ.

В основу створення обладнання стенду поставлено наступні задачі:

– узгодження роботи генератора ВЕУ постійного й змінного струму та сонячної батареї постійного струму на спільне навантаження за різними комбінаціями паралельної роботи на одне навантаження;

– керування потоком енергії декількох ВДЖ;

– підвищення надійності системи електропостачання, що живиться від ВДЖ, шляхом використання мережі як резерву.

Зовнішній вигляд стенду у складі лабораторного комплексу по дослідженню роботи ВДЖ зображено на рис. 1.

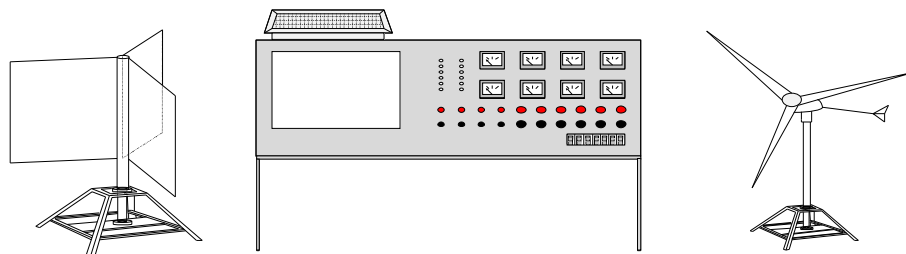


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд стенду в складі лабораторного комплексу

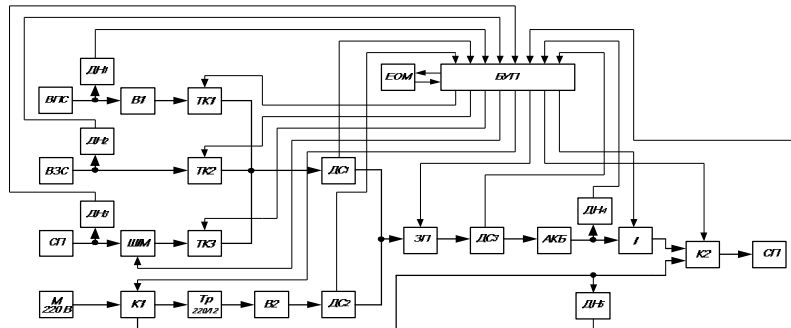


Рисунок 2 – Структурна схема стенду

Запропонований лабораторний стенд працює наступним чином. У нормальному режимі роботи джерела енергії ВПС, ВЗС, СБ через тиристорні ключі ТК1, ТК2, ТК3 та ДС1 передають енергію на ЗП, з якого через ДС3 енергія передається до блоку АКБ. Від блоку АКБ постійний струм потрапляє на І, після чого змінний струм через К2 надходить до споживача (СП).

У разі відмови джерел енергії ВПС, ВЗС, СБ споживач продовжує працювати від блоку АКБ [6].

У випадку відмови джерел енергії ВПС, ВЗС, СБ та повної розрядки блоку АКБ блоком ЕОМ через БУП подається управляючий сигнал на К1, який змінює своє положення та підключає М до блоку АКБ через К1, Тр, В2, блок ДС2, ЗП, блок ДС3. Під час процесу зарядки блоку АКБ СП напряму живиться

Комп'ютеризована система на базі ЕОМ, що застосовується на запропонованому лабораторному стенді, розширює його можливості щодо дослідження перехідних процесів у різних режимах роботи відновлюваних джерел живлення, енергетичних характеристик відновлювальних джерел живлення [2–4].

Поставлені завдання вирішуються введенням у структурну схему стенда наступних елементів (рис. 2) [5]: блок вітрогенератора змінного струму (ВЗС); блок вітрогенератора постійного струму (ВПС); сонячна батарея постійного струму (СБ); блоки транзисторних ключів (ТК), зарядного пристрою (ЗП); понижувальний трансформатор (Тр); випрямляч (В); акумуляторна батарея (АКБ); інвертор (І); блок управління параметрами (БУП); блок широтно-імпульсного перетворення (ШІМ); блоки комутації (К), промислова мережа (М); блоки датчиків струму та напруги (ДС, ДН).

від М через К2, який спрацьовує при подачі блоком ЕОМ через БУП управляючого сигналу.

Після максимального зарядження блоку АКБ ЗП відключає його від М. Струм на датчиках струму ДС2, ДС3 зникає, в результаті чого на К1 надходить сигнал з блоку ЗП через БУП – мережа відключається і підключається блок акумуляторних батарей.

Блоки ТК1, ТК2, ТК3 працюють від управляючих сигналів (рис. 2), що надходять з ЕОМ через БУП на керовані входи напівпровідникових елементів. Принцип їх роботи побудовано таким чином, що у разі роботи одного джерела живлення відповідний транзисторний ключ забезпечує передачу його енергії до споживача при наявності управляючого сигналу. За умови роботи двох чи трьох джерел живлення транзисторні ключі по чергові, за наявності управляючих сигналів, відбирають генеровану енергію та

передають її на зарядний пристрій, утворюючи максимально безперервний потік енергії [7].

Усі блоки, що застосовано в системі, є типовими.

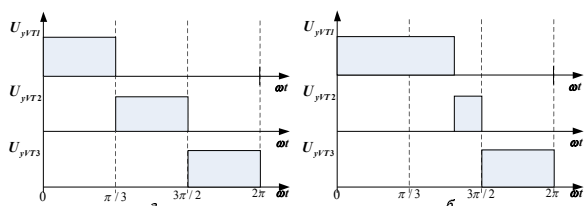


Рисунок 3 – Управляючі сигнали на керуючі входи транзисторів при: а) одночасній роботі та рівному рівні генерованої потужності трьох джерел живлення; б) одночасній роботі та різному рівні генерованої потужності

ВИСНОВКИ. 1. Функціональна схема стенду дозволяє дослідити процеси генерування електричної енергії альтернативних відновлюваних джерел живлення та дослідження паралельної роботи декількох ВДЖ на одне навантаження.

2. Застосування лабораторного стенду із вказаною структурою дозволить проводити низку лабораторних робіт та отримувати експериментальні дані перехідних процесів при дослідженні різних режимів роботи ВДЖ на спільне навантаження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шефтер Я.И. Использование энергии ветра.

EDUCATIONAL-SCIENTIFIC LABORATORY STAND FOR RESEARCH OF WORK OF RENEWABLE SOURCES OF FEED

S. Boyko, Ye. Karlik

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University
vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: seem@kdu.edu.ua

I. Sinchuk, A. Parkhomenko, O. Udovenko

Kryvyi Rih National University
vul. XXII Partz'yizdu, 11, Kryvyi Rih, 50027, Ukraine

V. Budnikov

Kremenchug Institute Alfred Nobel Dnepropetrovsk University
vul. 60 years of October, 79, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: budnikov@mail.ru

Actuality of question is underline about strengthening of study of problems of the use of renewable electric energy sources. The developed structure of laboratory stand is considered for research of work of different types of refurbishable sources of feed. Basic knots and technical features of laboratory stand are indicated. Work of the transistor keys is investigational, with the purpose of maximal power takeoff during parallel work of a few energy sources.

Key words electro-technological options, alternative energy sources, measuring block.

REFERENCES

1. Shefter Ya.I. *The use of wind energy*. – M.: Energoatomizdat, 1983. – 200 p. [in Russian]

2. Budzyak V. Formation of wind power in Ukraine // *Energy of Ukraine*. – 1992. – № 3. – P. 13–17. [in Russian]

3. *Wind power* / Ed. D. de Renzo. – M.: Energoatomizdat, 1982. – 272 p. [in Russian]

4. Pat. 2403664 the Russian federation, MPK H 02 J 7/34. *A device is a multichannel aggregate of trouble-free feed of users by tension of alternating and permanent current* / Khazimov R.R., Pzhiluskiy A.A., Kiselev V.I., publ. 10.11.2010. [in Ukrainian]

5. Pat. 200911076 Ukraine, MPK H 02 J 7/34. *Device of local electrical from renewal energy sources patent* / Shsur A., Turlenko O., Koziy I., publ. 25.05.2009., Bul. № 10. [in Ukrainian]

– M.: Energoatomizdat, 1983. – 200 c.

2. Будзяк В. Становление ветроэнергетики в Украине // *Энергетика Украины*. – 1992. – № 3. – С. 13–17.

3. Ветроэнергетика / Под ред. Д. де Рензо. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.

4. Пат. 2403664 Російської федерації, МПК Н 02 J 7/34. *Пристрій багатоканальний агрегат безперебійного живлення споживачів напругою змінного та постійного струму* / Хазімов Р.Р., Пжилуський А.А., Кисельов В.І., опубл. 10.11.2010.

5. Пат. 200911076 України, МПК Н 02 J 7/34. *Пристрій локального електрозабезпечення від поновлювальних джерел енергії* / Щур І.З., Турленко О.Р., Козій В.Б., опубл. 25.05.2009, Бюл. № 10.

6. Пат. 2262790 Російської федерації, МПК Н 02 J 7/34. *Пристрій автономної системи безперебійного електропостачання з відновлювальним джерелом живлення* / Медведєв Е.І., Сердобінцев Ю.П., Рибніков А.В., опубл. 20.10.2005, Бюл. № 29.

7. Калинов А.П., Гладырь А.И. Универсальное учебно-исследовательское оборудование для электромеханических лабораторий // *Электромеханичні і енергозберігаючі системи*. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КДПУ, 2007. – Вип. 1/2007 (1). – С. 14–19.

6. Pat. 2262790 the Russian federation, MPK H 02 J 7/34. *Device of the off-line system of trouble-free electrical with the source of feed, patent* / Medvedev A., Serdobincev P., Ribnikov A., publ. 20.10.2005., Bul. № 29. [in Ukrainian]

7. Kalinov A., Gladyr A. the Universal educational-research equipment for the electromechanics laboratories of // *Electromechanical and energy saving systems*. – Kremenchuk: KDPU, 2007. – Iss. 1/2007 (1). – PP. 14–19. [in Russian]

Стаття надійшла 03.07.2012.

Рекомендовано до друку
к.т.н., доц. Гладирем А.І.