

ISSN 2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

**2.2016**

---

# ВІСНИК

**Хмельницького  
національного  
університету**

Технічні науки  
Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2016, Issue 2, Volume 235

Хмельницький

**ВІСНИК**  
**ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**  
**серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання (перереєстрація)  
Наказ МОН 04.07.2014 №793

*Засновано в липні 1997 р.*

*Виходить 6 разів на рік*

---

**Хмельницький, 2016, № 2 (235)**

---

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет**  
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)

Включено до наукометричних баз:

<b>Google Scholar</b>	<a href="http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aIUP9OYAAAAJ">http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&amp;user=aIUP9OYAAAAJ</a>
<b>Index Copernicus</b>	<a href="http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3">http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&amp;id_lang=3</a>
<b>РИНЦ</b>	<a href="http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37650">http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37650</a>
<b>Polish Scholarly Bibliography</b>	<a href="https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221">https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221</a>

<b>Головний редактор</b>	<b>Скиба М. Є.</b> , д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, ректор Хмельницького національного університету
<b>Заступник головного редактора</b>	<b>Войнаренко М. П.</b> , д. е. н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент Національної академії наук України, проректор з науково-педагогічної та наукової роботи, перший проректор Хмельницького національного університету
<b>Відповідальний секретар</b>	<b>Гуляєва В. О.</b> , завідувач відділом інтелектуальної власності і трансферу технологій Хмельницького національного університету

**Ч л е н и р е д к о л е г і ї**

*Технічні науки*

Березненко М.П., д.т.н., Бубулис Алгимантас, д.т.н. (Литва), Гордєєв А.І., д.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Жултовський Б., д.т.н. (Польща), Зубков А.М., д.т.н., Камбург В.Г., д.т.н. (Росія), Каплун В.Г., д.т.н., Карван С.А., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Кіницький Я.Т., д.т.н., Коновал В.П., д.т.н., Коробко Є.В., д.т.н. (Білорусія), Костогриз С.Г., д.т.н., Кофанов Ю.М., д.т.н. (Росія), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Натріашвілі Т.М., д.т.н. (Грузія), Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Пастух І.М., д.т.н., Поморова О.В., д.т.н., Пановко Г.Я., д.т.н. (Росія), Попов В., доктор природничих наук (Німеччина), Прохорова І.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Ройзман В.П., д.т.н., Рудницький В.Б., д.фіз.-мат.н., Сарібеков Г.С., д.т.н., Сілін Р.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Сорокатий Р.В., д.т.н., Сурженко Є.Я., д.т.н. (Росія), Троцишин І.В., д.т.н., Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Юрков М.К., д.т.н. (Росія), Ясній П.В., д.т.н.

<i>Технічний редактор</i>	Горященко К. Л., к.т.н.
<i>Редактор-коректор</i>	Броженко В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,  
протокол № 9 від 31.3.2016 р.**

**Адреса редакції:** редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"  
Хмельницький національний університет  
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

<b>т</b>	(038-22) 2-51-08	<b>web:</b>	<a href="http://journals.khnu.km.ua/vestnik">http://journals.khnu.km.ua/vestnik</a>
<b>e-mail:</b>	<a href="mailto:visnyk_khnu@rambler.ru">visnyk_khnu@rambler.ru</a>		<a href="http://vestnik.ho.com.ua">http://vestnik.ho.com.ua</a>
			<a href="http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm">http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm</a>

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
**Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року**

© Хмельницький національний університет, 2016  
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2016

## ЗМІСТ

**РАДІОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ**

<b>О. В. ОСАДЧУК, В. С. ОСАДЧУК, Я. О. ОСАДЧУК</b> РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ТИСКУ З ЧУТЛИВИМ MEMS КОНДЕНСАТОРОМ .....	7
<b>О. М. ШИНКАРУК, І. І. ЧЕСАНОВСЬКИЙ, Л. В. КАРПОВА</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ ШИРИНИ СПЕКТРУ ВУЗЬКОСМУГОВОГО ІМПУЛЬСНОГО СИГНАЛУ В УМОВАХ НЕЛІНІЙНОЇ ЧАСТОТНОЇ МОДУЛЯЦІЇ .....	14
<b>Ю. С. ГОРОХОВ</b> МЕТОД РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ ТАЙМЕРНИХ СИГНАЛІВ НА ОСНОВІ ППРЧ .....	18
<b>О. В. ОСАДЧУК, А. Ю. САВИЦЬКИЙ, О. С. ЗВЯГІН</b> ОБРОБКА СИГНАЛУ СЕНСОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ДОТИЧНОЇ .....	20
<b>V. V. ROMANUK</b> EVOLUTION OF EXPERT COMPETENCES IN ESTIMATING A FINITE SET OF OBJECTS BY A GIVEN COMPARISON SCALE VIA PAIRWISE COMPARISON MATRICES WITHIN THE SPACE OF POSITIVE INVERSE-SYMMETRIC MATRICES .....	25
<b>А. А. БУРЛАКОВ</b> ОРГАНІЗАЦІЯ ГНУЧКОГО ДОСТУПУ ДО ДАНИХ В ДОДАТКАХ НА JAVA-ПЛАТФОРМІ .....	30
<b>Ю. П. ЗАСПА</b> КОНТАКТНЕ ДИНАМО ЯК ГЕНЕРАТОР КОГЕРЕНТНИХ КОСМІЧНИХ ФОРМ РУХУ ТА ДЖЕРЕЛО ПЛАНЕТАРНОГО, СОНЯЧНОГО, ГАЛАКТИЧНОГО І МЕТАГАЛАКТИЧНОГО МАГНЕТИЗМУ. ЧАСТИНА II .....	36
<b>К. Ю. БОБРОВНИКОВА</b> МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ БОТ-МЕРЕЖ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ DNS-ТРАФІКА .....	53
<b>В. Л. МАРЧЕНКО, Д. І. СТОПЧАК</b> ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ДЕНОРМАЛІЗАЦІЇ БАЗ ДАНИХ .....	58
<b>О. М. БЕРЕЗЬКИЙ, О. Й. ПІЦУН, С. О. ВЕРБОВИЙ</b> СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ МІКРОСКОПІЇ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ .....	61
<b>І. О. РОЗЛОМІЙ</b> ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОННИХ ДОКУМЕНТІВ МОДИФІКАЦІЄЮ ШИФРУ ГАМУВАННЯ .....	69
<b>А. В. СНІГУР</b> ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСОВИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЧИТАННЯ ЛЮДИНОЮ ТЕКСТОВИХ МАТЕРІАЛІВ .....	74
<b>С. В. ПАВЛОВ, С. О. РОМАНЮК, В. П. ДУМЕНКО</b> РОЗРОБКА ДИСТРИБУТИВНОЇ ФУНКЦІЇ ВІДБИВНОЇ ЗДАТНОСТІ ПОВЕРХОНЬ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ БІОМЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ .....	80
<b>М. І. СТАДНІК</b> ФУНКЦІОНАЛЬНІ СТРУКТУРИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОДНОРІДНИХ ОБ'ЄКТІВ .....	84
<b>Ю. Б. ПАЛЯНИЦЯ</b> СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ОПРАЦЮВАННЯ ФОНОКАРДІОСИГНАЛУ ТА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЙОГО У ВИГЛЯДІ ПЕРІОДИЧНО КОРЕЛЬОВАНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ .....	90

<b>Л.В. ХВОСТИВСЬКА</b> ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ СУДИН ЛЮДИНИ .....	94
<b>Р.В. КОЧАН, Б.Р. ТРЕМБАЧ, Р.Б. ТРЕМБАЧ</b> КОНЦЕПЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ .....	101
<b>В.А. СІВАК</b> МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В УМОВАХ КОНТРОЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ПУНКТИВ ОРГАНІВ ТА ГАРАЖІВ ПІДРОЗДІЛІВ ОХОРОНИ КОРДОНУ .....	105
<b>МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ</b>	
<b>RÓBERT SÁSIK, MATÚŠ KOVALÍČEK, MIŠHAL HOŠ, PETER SPIŠÁK, RUDOLF MADAJ</b> MANUFACTURING OF THE SPARE PARTS FOR THE AUTOMOTIVE INDUSTRY USING 3D PRINT WITH SLM METHOD .....	111
<b>Ю.С. КРУТІЙ, М.Г. СУРЬЯНІНОВ</b> ЗГІН КРУГОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ ЗІ ЗМІННОЮ ТОВЩИНОЮ .....	116
<b>В.О. ХАРЖЕВСЬКИЙ</b> КІНЕМАТИЧНИЙ СИНТЕЗ ВАЖЛИВИХ НАПРЯМНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗА ЗАДАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРЯМОЛІНІЙНОЇ ДІЛЯНКИ ШАТУННОЇ КРИВОЇ .....	122
<b>Н.Г. ШИРМОВСЬКА, І.Р. МИХАЙЛЮК, Г.І. ЛЕВИЦЬКА, Т.О. ВАВРИК, Н.Т. ЛАЗАРІВ</b> МЕТОДИКА ДІАГНОСТУВАННЯ ДЕФЕКТІВ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ТА АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ .....	127
<b>С.О. КОШЕЛЬ, Г.В. КОШЕЛЬ</b> СТРУКТУРНИЙ АНАЛІЗ ПЛОСКИХ МЕХАНІЗМІВ ЧЕТВЕРТОГО КЛАСУ З ЗАМКНЕНИМ КОНТУРОМ, УТВОРЕНИМ ШАТУНАМИ ТА ДВОМА СКЛАДНИМИ ЛАНКАМИ .....	133
<b>М.В. БАБІЙ</b> ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРЕСИВНИХ ВІДРІЗНИХ РІЗЦІВ В УМОВАХ РЕМОНТУ СУДНОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК .....	144
<b>KIRILL SCHERBYNA</b> FORCE DEPICTION OF THE RADIAL SIZE CHANGE OF THE HELICAL SPRING HONE .....	149
<b>А.С. ЗЕНКІН, А.В. ПРИЩЕП, С.М. ЗЕНКІНА, О.В. МАЩЕНКО</b> МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СКЛАДАННЯ З'ЄДНАНЬ З НАТЯГОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУР .....	155
<b>П.В. КЕБА, Д.О. ДМИТРІЄВ, Д.Д. ФЕДОРЧУК</b> АНАЛІЗ КІНЕМАТИКИ, ТОЧНОСТІ ТА ДИНАМІКИ ПІРАМІДАЛЬНОЇ КОМПОНОВКИ ВЕРСТАТА З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ .....	161
<b>А.А. ШТУЦЬ</b> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ПЛОСКИХ КІЛЬЦЕВИХ І ФЛАНЦЕВИХ ЗАГОТОВОК .....	167
<b>О.А. ДОРОФЄЄВ, О.П. ТЕРЕЩЕНКО</b> ВПЛИВ УДАРУ НА КІНЕМАТИЧНІ ТА ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАШИН ШВЕЙНОГО ТА ВЗУТТЄВОГО ВИРОБНИЦТВА .....	171
<b>АЛЬ-ЯФАЇ-НАСР, В.П. МІСЯЦЬ</b> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ ВЗУТТЄВИХ МАТЕРІАЛІВ ПІД ЧАС ДІЇ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ НА ЛЕЗО НОЖА .....	175

<b>Г.М. СОКОЛОВА</b> ПРОГНОЗУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ АЗОТУВАННЯ У ТЛЮЧОМУ РОЗРЯДІ НА ОСНОВІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ .....	181
<b>Н.Г. СУРЬЯНИНОВ, И.А. ТВАРДОВСКИЙ, А.М. ЧУЧМАЙ</b> КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ КЕССОННОГО ПЕРЕКРЫТИЯ .....	186
<b>С.А. МАКСИМОВ, Ю.В. ПЕТУХОВ, А.В. РАДКЕВИЧ, И.В. ШИНКЕВИЧ</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОКОН ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ИЗ ЛИСТОВ ПВХ ПРОБОЙНИКОМ НА ШВЕЙНОМ ПОЛУАВТОМАТЕ С МПУ .....	191
<b>М.А. ЗЕНКІН, В.О. БОРКО, А.С. ЗЕНКІН</b> ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО РІВНЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ НА СТАДІЯХ НАУКОВО- ДОСЛІДНИХ І ДОСЛІДНО-КОНСТРУКТОРСЬКИХ РОЗРОБОК .....	196
<b>Ю.А. БУРСЕННИКОВ, Л.Г. КОЗЛОВ, С.В. РЕПІНСЬКИЙ</b> ОГЛЯД ЕЛЕКТРОГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ НАСОСАМИ ЗМІННОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ .....	202
<b>А.У. VOZNYAK, А.О. VOZNYAK</b> EQUAL-CHANNEL ANGULAR EXTRUSION OF POLYMERS .....	207
<b>О.О. ЄФРЕМОВА, І.П. КРАЙНОВ, Н.Г. МІРОНОВА, Є.П. ШАГО</b> СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НА ХМЕЛЬНИЧЧИНІ .....	212
<b>О.О. РУБАНЕНКО</b> ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ МІКРОМЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ (БІОАМАСИ) .....	216
<b>ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ</b>	
<b>Н.М. ЗАЩЕПКІНА, Я.О. ЯЩЕНКО, А.А.МЕЛКОНЯН, А.О. БУРМИСТРОВА</b> ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ЯК БАР'ЄР ДЛЯ ЗАХИСТУ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	221
<b>І.А. МАНДЗЮК, Т.В. ІВАНШЕНА, К.О. ПРИСЯЖНА, О.П. МАНДЗЮК</b> РОЗРАХУНОК ЛЮДСЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТОКСИЧНОСТІ ШЛЯХОМ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НА БІОТЕСТ-ОБ'ЄКТАХ .....	224
<b>Е.А. ЗАХАРОВА, О.І. ХРИСТЮК, І.Г. СОЛОНЕНКО, Л.В. КОНДРАТЬЄВА</b> ЗАСТОСУВАННЯ САПР ПІД ЧАС ПРОЕКТУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНО-БАНДАЖНИХ ВИРОБІВ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ .....	230
<b>І.С. ГАЛИК, Б.Д. СЕМАК</b> НАПРЯМКИ ПЕРЕОРІЄНТАЦІЇ ЗАКОНОДАВЧО-ПРАВОВОЇ БАЗИ ВИРОБНИЦТВА ТЕКСТИЛЮ ТА ОДЯГУ .....	234
<b>Т.А. ПУДАЙЛО, І.М. БІЛОУС, В.С. ГОРОБЧИШИНА, О.В. МОРОЗ</b> ВИКОРИСТАННЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ В ТРИКОТАЖНИХ ВИРОБАХ .....	239
<b>О.А. ДІТКОВСЬКА</b> АНАЛІЗ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ ДІТЕЙ З МЕТОЮ ВИВЧЕННЯ ЇХ АНТРОПОМЕТРИЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	243
<b>А.К. КАРМАЛІТА</b> ОСОБЛИВОСТІ ДИЗАЙНУ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В ЛЕГКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ .....	247

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ МІКРОМЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗОСЕРЕДЖЕНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ (БІОМАСИ)

У статті досліджено досвід зарубіжних країн і можливості його адаптації для України в питаннях створення концепції мікромереж. Унікальна особливість цих мікромереж – це те, що вони можуть використовувати локально доступні ресурси, тобто розосереджені джерела енергії, такі як сонячна енергія, вітер, потік води і біомаса для генерування електроенергії. Для вирішення проблем акумулювання енергії, сезонності її генерування в статті запропоновано використовувати міні-ТЕЦ. Одним із найдорожчих елементів таких установок є газогенераторний котел, тому для запропонованої установки міні-ТЕЦ, вдосконалено його будову, а саме зменшено його габарити, металоемність. В газогенераторному котлі запропонованого типу можна використовувати не тільки сухе паливо, а й вологе. Принцип дії запропонованого газогенераторного котла полягає в тому, щоб спалювати генераторний газ одразу ж на виході зони газифікації та віддавати теплову енергію теплоносієві, який знаходиться безпосередньо в корпусі газогенераторного твердopаливного котла.

Ключові слова: мікромережа, розосереджені джерела енергії, біомаса, міні-ТЕЦ, газогенераторний котел.

O.O. RUBANENKO

Vinnitsia national agrarian university

## RESEARCH POSSIBILITY OF CREATING MICROGRIDS USING DISTRIBUTED SOURCES OF ENERGY FROM BIOMASS

In the article the experience of foreign countries and its possible adaptation for Ukraine in the creation of the concept microgrids. A unique feature of microgrids is that they can use locally available resources, that dispersed energy sources such as solar, wind, water flow and biomass to generate electricity. To address energy storage, generation of seasonality in the article the use of mini-CHP. One of the most expensive elements of setting gas generator is a boiler, so the proposed installation of mini CHP, improved its structure, namely reduced its size, metal. In the proposed gas generator boiler type can be used not only dry fuel, but also wet. The principle of the proposed gas generator boiler is to burn gas generator immediately at the output gasification zone and give heat the coolant, which is directly in the case of solid fuel boilers gas generator.

Keywords: microgrids, dispersed energy, biomass, mini-CHP boiler gas generator.

**Вступ.** У статті досліджено досвід зарубіжних країн і можливості його адаптації для України в питаннях створення концепції мікромереж. Унікальною особливістю цих мереж є те, що вони можуть використовувати локально доступні ресурси, тобто розосереджені джерела енергії, такі як: сонячна енергія, вітер, потік води і біомаса для генерування електроенергії. Для оцінки можливості застосування мікромереж потрібно оцінити поточне споживання електроенергії та майбутній попит на неї. На підставі цього потрібно структурувати споживання потужності протягом 24 годин. За допомогою такого аналізу можна визначити енергоспоживання і проаналізувати доступні місцеві енергетичні ресурси. Вже позитивний досвід використання мікромереж є в Гімалаях, для створення мікромережі було обрано село яке має різні ресурси для генерування електроенергії, і розглянуто різні конфігурації мікромереж, тому інформація представлена в цій статті буде корисна для проектування мікромереж для віддалених місць в країнах, які характеризуються нестабільним електропостачанням [1–3].

### Досвід використання мікро мереж в Індії

За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА): доступ до електроенергії є невід'ємним елементом сталого розвитку людства, і згідно з останніми даними до 2011 року 1,6 млрд людей, тобто більше 20%, не мали доступ до електроенергії і надалі, якщо будь-яка країна, яка не має доступу до сучасних, комерційних джерел енергії, бідні країни і навіть регіони країн, що розвиваються можуть опинитися в зоні виникнення бідності, соціальної нестабільності і низького рівня розвитку. Індекс розвитку людства напряму пов'язаний з індексом розвитку електроенергетики, що було доведено протягом довгого часу з урахуванням стану різних країн Південної Азії і Африки на південь від Сахари. Аналогічний випадок був виявлений у віддалених районах Гімалаїв, хоча люди і мають доступ до електроенергії, але ця електроенергія має погані показники якості і можливі тривалі перебої в її постачанні. Дуже часто поновлювані джерела мають ізольований і децентралізований характер, що змушує будувати «offgrid» апарат керування і децентралізовано задовольняти місцеві потреби в електроенергії. Ця децентралізована система називається розосередженою системою генерації електроенергії, тобто електроенергія генерується з місцевих поновлюваних енергоресурсів і може бути використана для задоволення потреб певного типу (кластера) навантажень. Мікромережа може вклячатися в себе генерацію з більш ніж одного типу розподілених джерел енергії в залежності від наявності різних поновлюваних ресурсів для забезпечення стабільного та надійного енергозабезпечення локальних навантажень. Мікромережа може працювати або в islanded режимі (режимі «енергетичного острова») або паралельно з мережею. Установка поновлюваних джерел енергії на основі мікромережі в сільській місцевості або в невеликих галузевих масштабах, допоможе зменшити залежність від якості і надійності розподільних мереж, а також дозволяє уникнути втрат електроенергії, пов'язаних з передачею і розподілом потужності [4–6]. Це буде сприяти розвитку рівня

життя цих людей і до того ж, почне швидко розвиватись промисловість АПК, тому що електропостачання буде постійним, навіть при відсутності базової інфраструктури, такої як дороги, водопостачання, каналізація та зв'язок. Багато подібних досліджень вже було зроблено і розглянуто енергетичні можливості майже всіх країн світу. Переваги запропонованих мікромереж полягають в можливості автономного живлення і майже повна відмова від централізованого електропостачання. Вже використали концепцію створення мікромереж в населеному пункті Вішакхапатнам (Vizag) район Андхра-Прадеш з метою генерування електроенергії саме з відновлюваних джерел енергії [1–3].

Була розроблена мікромережа, що містить декілька джерел генерації, щонайменше, одне з яких є поновлюваним а інші, дають можливість акумулювати енергію певний час. За результатами цього дослідження стало зрозуміло, що ринок сонячних панелей зростає в зв'язку кліматичними умовами, характерними для Індії. Провівши дослідження, можна спрогнозувати збільшення кількості встановлених панелей для мікромереж, але в залежності від кліматичних умов пропонується використовувати малі ГЕС, ВЕС і навіть дизель-генератори, і тільки комплексне їх поєднання дозволяє забезпечити електроенергією важкодоступні регіони країни.

В Україні ситуація з електропостачанням не набагато краще, основною проблемою є аварійні відключення або незадовільні показники якості електроенергії, які викликані низькими темпами оновлення електрообладнання підстанцій і ліній електропередач. Створення мікромереж теж може стати вирішенням багатьох проблем. Фінансово вигідним створення мікромереж може бути підприємствам АПК, чий потужності, як правило, доцільніше розташовувати ближче до баз сировини і, відповідно, далі від якісного електропостачання [5–8].

### Міні-ТЕЦ

Використання розосереджених джерел енергії для створення мікромереж завжди зіштовхується з проблемами акумулювання енергії, сезонності її генерування. Одним із шляхів вирішення цих проблем це є застосування міні-ТЕЦ [7].

В перспективі на основі газогенераторного котла планується реалізувати міні-ТЕЦ, блок-схема якої представлена на рис. 1.

Для того щоб міні-ТЕЦ швидко себе окупила, можна використовувати газогенераторний котел вдосконаленої будови.

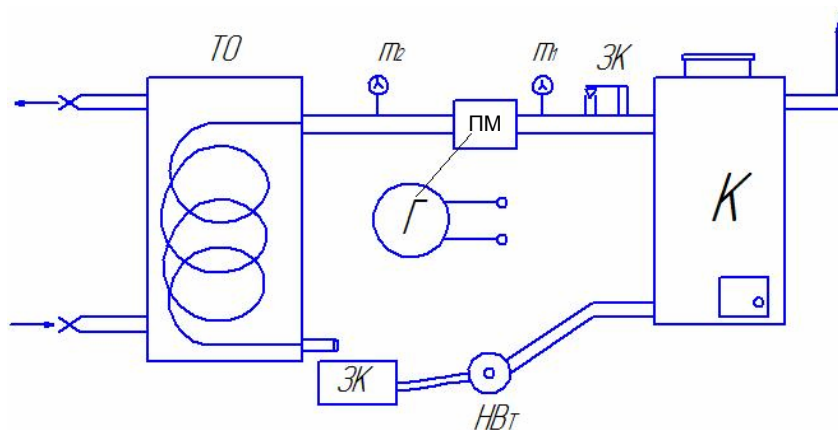


Рис. 1. Схема міні-ТЕЦ: К – котел; ЗК – зривний клапан; М – манометр; ПМ – парова машина; Г – генератор; ТО – теплообмінник; ЗБ – збірник конденсату; НВТ – насос високого тиску

### Вдосконалення будови газогенераторного котла

Суть запропонованого газогенераторного котла пояснюється рис. 2, на якому зображена схема газогенераторного твердопаливного котла.

Принцип дії і будова запропонованого газогенераторного котла полягає в тому, щоб спалювати генераторний газ одразу ж на виході зони газифікації та віддавати теплову енергію теплоносієві [9], який знаходиться безпосередньо в корпусі газогенераторного твердопаливного котла, який складається з корпусу, завантажувального бункера, камери газифікації з подовженими фурмами, кільцевого колектора, фурм направлених вгору під кутом  $6...8^\circ$  до горизонталі, на вихід газогенераторної камери встановлена форсунка-змішувач газу з повітрям, футерована камера згорання, трубчастий теплообмінник занурений в водяну сорочку і з'єднаний з димоходом, регулювання процесу горіння виконується заслінками в трубках первинного і вторинного повітря, надув повітря та підтримання температури теплоносія виконується за рахунок регулювання частоти обертів вентилятора. Газогенераторний твердопаливний котел працює таким чином. В завантажувальний бункер палива 2 через завантажувальний герметичний люк 3 завантажується паливо. Пальником через люк розпалу 11 розпалюємо паливо, при цьому відкриваємо заслінку самотяги 5, після розпалу палива закриваємо заслінку самотяги 5 та люк розпалу 11 і вмикаємо вентилятор 16. Через люк для очищення 15 спостерігаємо наявність нормального режиму роботи котла і регулюємо подачу первинного і вторинного повітря для повного згорання газу, індикатором якого є забарвлення полум'я в камері згорання 13. Якщо полум'я червоного кольору, то газ згорає в неповному обсязі і це свідчить про те

що потрібно зменшити подачу первинного повітря заслінкою подачі первинного повітря 20 і збільшити подачу вторинного повітря заслінкою 21 до досягнення синюватого відтінку полум'я. Закриваємо люк для очищення 15 і нагріваємо воду. Жолоб-збірник конденсату палива 6 збирає випаровану з палива та сконденсовану у верхній частині вологу та через відвідну трубку конденсату 7, що робить котел ефективнішим та дає можливість використовувати більш вологе паливо.

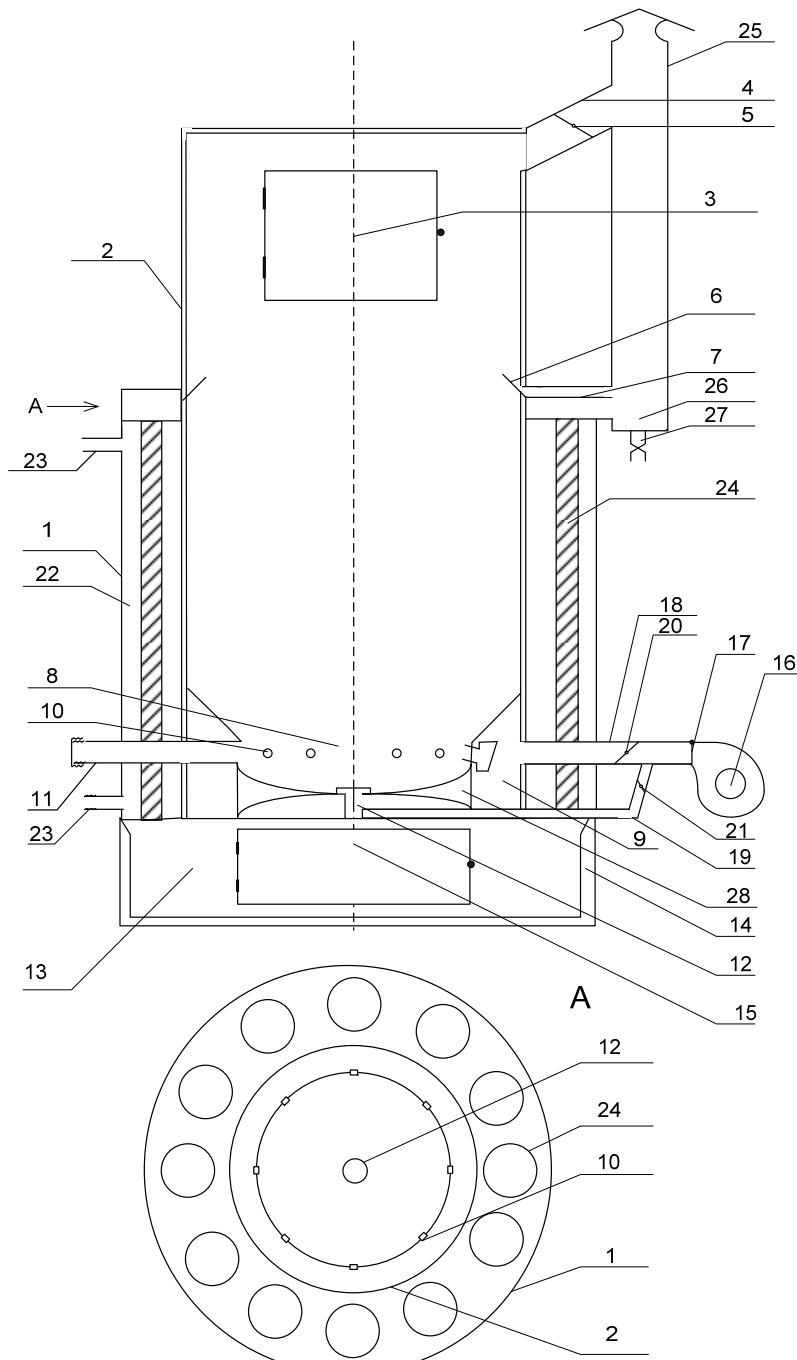


Рис. 2. Будова газогенераторного котла: 1 – корпус, 2 – бункер палива, 3 – завантажувальний герметичний люк, 4 – труба самотяги, 5 – заслінка самотяги, 6 – жолоб-збірник конденсату, 7 – відвідна трубка конденсату, 8 – камера газифікації, 9 – повітряний колектор, 10 – фурми, 11 – люк розпалу, 12 – форсунки змішувача, 13 – камера згорання, 14 – футеровка стінок, 15 – люк очищення, 16 – вентилятор, 17 – клапан зворотної тяги, 18 – трубки подачі первинного повітря і 19 – трубки вторинного повітря, 20 і 21 – заслінки регулювання, 22 – теплоносій; 23 – трубки відводу гарячої води, 24 – трубки теплообмінника, 25 – димохід, 26 – збірник конденсату, 27 – кран зливу, 28 – вогнетривке дно

Конструктивні рішення розробленого газогенераторного твердопаливного котла дозволяють зменшити габарити, металоемність та дають можливість використовувати не тільки сухе паливо, а й вологе паливо.

**Зовнішній вигляд і показники роботи експериментального зразка**

На рис. 3 показаний автомобільний газогенератор, який і є прототипом розробленого газогенераторного котла [7, 9]. На рис. 4 показаний зовнішній вигляд дослідного газогенераторного котла,



який був виготовлений за вдосконаленою схемою.

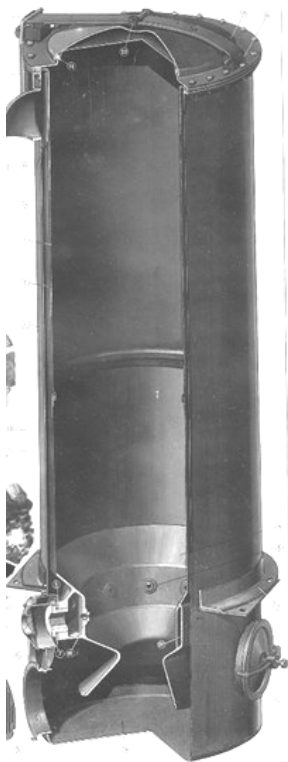


Рис. 3. Автомобільний газогенератор



Рис. 4. Дослідний зразок газогенераторного котла

На рис. 5-6 представлені деякі елементи газогенераторного котла:



Рис. 5. Зовнішній вигляд завантажувального бункера



Рис. 6. Вентилятор і засоби регулювання

Існуючі газогенераторні промислові котли на даний час є досить дорогими для звичайного споживача (населення та малого бізнесу). Їх вартість перевищує 12 тис. грн за котел потужністю 10 кВт. Тому актуальною є задача створення вдосконаленого газогенераторного котла з меншою вартістю, що є можливим на основі спрощення конструкції і зменшення собівартості його виготовлення. Шляхом експериментальних досліджень було встановлено, що спалювання 3–5 кг твердої породи деревини дозволяє нагріти та довести до кипіння 180 л води протягом 2 годин. В режимі опалювання даний котел спалює від 40 кг до 60 кг твердої породи деревини за добу для опалювання приміщення площею 200 м<sup>2</sup>. Витрата палива залежить від температури навколишнього середовища. В запропонованому котлі можна спалювати побутові відходи: полімери, пластмаси, гуму та ін., з мінімальним забрудненням навколишнього середовища.

#### **Висновки та перспективи розвитку**

Створення мікромереж, враховуючи досвід інших країн, таких як Індія, є перспективним напрямком забезпечення якісною електроенергією споживачів віддалених районів. Залежно від типу і графіку навантаження типовою села, розташованого в віддаленому районі, автономна система генерування електроенергії, яка базується на локальних поновлюваних джерелах енергії, може мати різні конфігурації, але виходячи з географічного положення та наявності різних джерел енергії. Для України може бути актуальним напрямком використання міні-ТЕЦ, як рішення проблем електрифікації і теплофікації сільських районів, де мереж немає або є суттєві проблеми з їх експлуатацією. Вдосконалення будови газогенераторного твердопаливного котла дозволило зменшити габарити, металоємність та дало можливість використовувати не тільки сухе паливо, а й вологе. На даний час проводяться експерименти з

газогенераторним котлом для переведення його на режим пароутворення з метою генерування електроенергії за допомогою парової турбіни та парової машини. В зв'язку з тим що парова турбіна створює багато шуму і викликає дискомфорт в підсобному господарстві планується використовувати парові машини на основі промислового двигуна внутрішнього згорання шляхом заміни в ньому газорозподільного механізму та модернізації системи змащування.

### Література

1. Che Yanbo, Ren Jingding, Liu Kun. Construction of multi-energy micro-grid laboratory // 4th IEEE International Conference Power Electronics Systems and Applications (PESA).– 8–10 June 2011. – P. 1–5.
2. Parimita Mohanty, G. Bhuvanewari, Balasubramaniam D. Optimal Planning and design of Distributed Generation based micro-grid // 2012 7<sup>th</sup> IEEE International Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS). – 6–9 Aug. 2012. – P. 1–6.
3. Wen-Chih Yang, San-Yi Lee. Development of Operation Procedures of Distributed Generation Sources in a Micro-Grid // Fourth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing (ICGEC). – 13–15 Dec. 2010. – P. 185–188.
4. Cameron L Smallwood. Distributed Generation in Autonomous and Non-Autonomous Micro Grids // Rural Electric Power Conference. IEEE, Colorado Springs. – 05 May 2002–07 May 2002. – P. D1 – D1-6.
5. Матвійчук В.А. Особливості електропостачання потужних підприємств АПК з використанням мікромереж та розподілених джерел електроенергії / В.А. Матвійчук, О.Є. Рубаненко, О.О. Рубаненко // Всеукраїнський науково-технічний журнал: Техніка. Енергетика. Транспорт – 2015. – № 2 (90). – С.117–123.
6. Лежнюк П.Д. Вплив РДЕ на втрати активної потужності в ЛЕС / П. Д. Лежнюк, О.О. Рубаненко, І.О. Гунько // Всеукраїнський науково-технічний журнал: Техніка. Енергетика. Транспорт. – 2015. – № 3 (92). – С. 84–89.
7. Матвійчук В.А. Розробка газогенераторного котла для отримання теплової енергії в сільському господарстві шляхом використання біовідходів / В.А. Матвійчук, О.М. Дмитришен, О.О. Рубаненко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – 2015. – № 1(89). – С. 149–150.
8. Лежнюк П. Д. Вплив інверторів СЕС на показники якості електричної енергії в ЛЕС / П. Д. Лежнюк, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько // Вісник Хмельницького національного технічного університету. Серія: Технічні науки. – 2015. – № 2. – С. 134–139.
9. Пат. 93810 Україна, МПК8 G10J3/20. Транспортний газогенератор / Ключ С.В. ; заявник і патентотримувач Інституту відновлювальної енергетики Національної академії наук України. – заявл. 04.06.14 ; опубл. 10.10.14. Бюл. № 19, 2014 р.

Рецензія/Peer review : 4.4.2016 р. Надрукована/Printed :18.4.2016 р.  
Рецензент : д.т.н., доцент Стаднік М.І.