



Калініченко А. Основні типи технічних засобів, що використовуються в аграрному секторі Польщі для отримання енергії з відновлюваних джерел різної природи [Електронний ресурс] / Антоніна Калініченко, Олег Горб, Ольга Калініченко // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2014. — Вип. 2 (11). — С. 77-85. — Режим доступу до журн.: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14kavdrp.pdf>.

УДК 658.264 : 323.325 : 620.91

JEL Classification: Q270

Антоніна Калініченко^{1,2},
Олег Горб²,
Ольга Калініченко³

¹ Опольський університет,
пл. Коперніка, 11а, 45-040 м. Ополь, Польща
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net

д., проф., кафедра технологічних процесів
² Полтавська державна аграрна академія,
вул. Сковороди, 1/3, 36003 м. Полтава, Україна
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net

д.с.-г.н., проф., професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій

² Полтавська державна аграрна академія,
вул. Сковороди, 1/3, 36003 м. Полтава, Україна
e-mail: gorb@pdaa.edu.ua
к.с.-г.н., доц., професор кафедри екології та ботаніки

³ Ягеллонський університет,
вул. Голембля 24, 31-007 м. Краків, Польща
e-mail: ola.kalinichenko@gmail.com
студент

ОСНОВНІ ТИПИ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ПОЛЬЩІ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЕНЕРГІЇ З ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ РІЗНОЇ ПРИРОДИ

Анотація. У статті представлено основні способи тепло- та електрозабезпечення сільськогосподарських підприємств Польщі із використанням енергії з відновлювальних джерел. Особливу увагу приділено відповідним вимогами до технічного забезпечення процесів енергопостачання. Передбачається, що у сільськогосподарському виробництві та сільській місцевості Польщі найближчим часом суттєво зміниться кількість використовуваних традиційних палив, зокрема природного газу та вугілля, на користь використання біомаси, сонячної, геотермальної та вітрової енергії. Пристроями, що призначені для використання практично необмежених запасів відновлювальної енергії є: теплові насоси, сонячні колектори, фотоелектричні елементи, вітрові та гідроелектростанції. Основний ефект складає як економія традиційних енергоносіїв, так і зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, і зростання рівня

Kalinichenko A., Gorb O. and Kalinichenko O. (2014). Main types of technical facilities used in Poland agricultural sector for obtaining energy from renewable sources of various nature [Osnovni typy tekhnichnykh zasobiv, shcho vykorystovuyut'sya v aharnomu sektori Pol'shchi dlya otrymannya enerhiyi z vidnovlyuvanykh dzherel riznoyi pryrody]. *Sotsial'no-ekonomichni problemy i derzhava - Socio-Economic Problems and the State* [online]. 11 (2), p. 77-85. [Accessed November 30, 2014]. Available from: <<http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2014/14kavdrp.pdf>>.

енергетичної безпеки, створення нових робочих місць та стимулювання регіонального розвитку.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, теплові насоси, сонячні колектори, фотоелектричні елементи.

**Антонина Калиниченко,
Олег Горб,
Ольга Калиниченко**

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ ПОЛЬШИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Аннотация. В статье представлены основные способы тепло и электроснабжения сельскохозяйственных предприятий Польши с использованием энергии из возобновляемых источников. Особое внимание уделено соответствующим требованиям к техническому обеспечению процессов энергоснабжения. Предполагается, что в сельскохозяйственном производстве и сельской местности Польши в ближайшее время существенно уменьшится количество используемых традиционных видов топлива, в частности природного газа и угля, в пользу использования биомассы, солнечной, геотермальной и ветровой энергии. Устройствами, которые предназначены для использования практически неограниченных запасов возобновляемой энергии являются: тепловые насосы, солнечные коллекторы, фотоэлектрические элементы, ветровые и гидроэлектростанции. Основным эффектом составляет как экономия традиционных энергоносителей, так и уменьшения техногенной нагрузки на окружающую среду, рост уровня энергетической безопасности, создание новых рабочих мест и стимулирование регионального развития.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, тепловые насосы, солнечные коллекторы, фотоэлектрические элементы.

**Antonina Kalinichenko^{1,2},
Oleg Gorb²,
Olha Kalinichenko³**

¹ Opole University,
pl. Kopernika 11a, 45-040 Opole, Poland
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net
Dr., Professor of Department of Engineering Processes

² Poltava State Agrarian Academy,
Poltava, Ukraine
e-mail: kalinichenko_a@ukr.net
Dr., Prof., Department of Economic Cybernetics and Information Technologies

² Poltava State Agrarian Academy,
1/3, Skovorody str., 36003 Poltava, Ukraine
e-mail: gorb@pdaa.edu.ua
PhD, Assist. Prof., Department of Ecology and Botany

³ Jagiellonian University,
24 Gołębia str., 31-007 Kraków, Poland

e-mail: ola.kalinichenko@gmail.com
student

MAIN TYPES OF TECHNICAL FACILITIES USED IN POLAND AGRICULTURAL SECTOR FOR OBTAINING ENERGY FROM RENEWABLE SOURCES OF VARIOUS NATURE

Abstract. *The article presents the main ways of heat and electric energy supply of farms in Poland, using energy from renewable sources. Particular attention is paid to the relevant requirements for technical support of energy supply processes. It is assumed that in agriculture production and rural areas in Poland soon the number of used conventional fuels, including natural gas and coal, will change significantly, for the use of biomass, solar, geothermal and wind energy. Devices that are designed for use almost unlimited supply of renewable energy are: heat pumps, solar panels, photo-electric elements, wind and hydrostations. The main effect is as traditional energy saving and reduction of technogenic impact on the environment, and increasing of energy security level, creating new workplaces and promote regional development.*

Keywords: *renewable energy sources; heat pumps; solar panels; photo-electric elements.*

Постановка проблеми. Раціональне використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ): вітру, води, сонячного випромінювання, низько потенційної теплової енергії та енергії біомаси є одним з істотних компонентів сталого розвитку, що приносить значимі екологічно-енергетичні ефекти. Зростання частки ВДЕ в паливно-енергетичному балансі світу сприяє поліпшенню ефективності використання і економії запасів енергетичної сировини, поліпшенню стану навколишнього середовища завдяки зменшенню забруднень атмосфери і води, а також зниженню кількості відходів виробництва і життєдіяльності людства. У зв'язку з цим підтримка розвитку альтернативної енергетики з кожним днем стає все більш актуальним завданням для практично всіх країн світу. Окрім економії традиційних енергоресурсів, це і зменшення техногенного навантаження на навколишнє середовище, і зростання рівня енергетичної безпеки, створення нових робочих місць та стимулювання регіонального розвитку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У даний час спостерігається значний розвиток обладнання з використанням ВДЕ як в теоретичному напрямку, спрямованому на оптимізацію дизайну й експлуатаційних параметрів, так і в напрямку їх практичного застосування [4, 5].

У ході досліджень нами вивчались роботи, що пропонують ті чи інші методи аналізу та обробки параметрів роботи обладнання для отримання енергії з ВДЕ [8, 22]. Проаналізовано роботи, в яких представлено розрахунки та оптимізація термодинамічних систем без використання ВДЕ для опалення, а також літературу з інформацією про розрахунки параметрів додаткового обладнання теплових систем (поверхня теплообмінників, кількість радіаторів, діаметри труб, тип ізоляції і багато іншого), приклади розрахунків екологічного ефекту, зменшення викидів і т.ін [8, 11, 12, 20, 23-24].

Проведено аналіз досліджень з економічної ефективності та екологічної доцільності використання енергетичного обладнання з ВДЕ, в тому числі й в агроєкосистемах [1, 2, 10, 17]. Виявлено, що ці роботи можуть дати відповідь тільки на питання економічного характеру та показники енергоефективності обладнання, але для комплексної системи теплоелектроспоживання в умовах фермерського господарства із використанням ВДЕ різної природи цих даних недостатньо.

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Літературні джерела свідчать, що при оптимізації параметрів роботи декількох різних за природою відновлюваних джерел енергії можуть виникати значні труднощі [3]. Виявлено, що за значної кількості публікацій стосовно використання ВДЕ, практично відсутні дослідження зв'язків, що точно визначали б

вплив основних параметрів термодинамічних процесів та режимів роботи різноманітного теплотехнічного обладнання ВДЕ на показники ефективності роботи цього обладнання в агроекосистемах. Немає даних експериментальних досліджень з впливу вхідних параметрів роботи на режими роботи теплових насосів, камінів з водяним контуром, геліосистем, вітрових електростанцій, твердопаливних котлів для спалення біомаси і т.ін. на їх еколого-енергетичну та економічну ефективність у сільськогосподарських об'єктах та сільських будинках.

Метою дослідження було обґрунтування основних способів енергозабезпечення фермерських господарств на основі використання відновлювальних джерел енергії різної природи.

Матеріали і методи досліджень. Комплекс теоретичних та практичних досліджень шляхів та способів енергозабезпечення агроекосистем із використанням ВДЕ різного типу проводився у фермерських господарствах Малопольського Воєводства Республіки Польща у період з 2003 по 2012 роки. Досліджувалася як система енергопостачання фермерського господарства, що отримує енергію з відновлюваних джерел, в цілому та окремі її складові. Для забезпечення сталого функціонування агроекосистеми на основі використання ВДЕ у фермерському господарстві виконано дослідження і аналіз роботи наступних видів обладнання, задіяних у комплексній системі енергозабезпечення: геліосистеми, фотовольтажного обладнання, теплового насосу, мінівітрогенератору.

Виклад основного матеріалу. Необхідною умовою для розробки комплексної системи енергопостачання з використанням кількох відновлюваних джерел енергії є урахуванням максимального числа параметрів, що впливають на фактичні характеристики об'єкта, підтримуються і перевіряються експериментальними і практичними результатами. У даній роботі представлено результати досліджень теплонасосів, сонячних колекторів, фотобатарей, малих вітрових електростанцій.

Теплові насоси як засіб для раціоналізації та екологізації енергоспоживання на сільськогосподарських підприємствах.

Тепловий насос – це пристрій, що дозволяє використання теплової енергії джерел низької температури. Його основним завданням є отримання тепла з джерела більш низької температури (нижнє) і передача його високотемпературному джерелу (верхнє). Цей процес вимагає залучення зовнішньої енергії. В залежності від способу використання зовнішньої енергії теплові насоси поділяються на компресорні та абсорбційні.

В залежності від виду джерела тепла (низької або високої температури) розрізняють такі типи теплових насосів [1]: повітря – вода; повітря – повітря; вода-вода; вода – повітря; земля – повітря; земля – вода.

Використовується й інша класифікація теплових насосів [2]:

а) теплові насоси з використанням натуральних джерел, таких як зовнішнє повітря, поверхневі і ґрунтові води, ґрунт, сонячна радіація;

б) теплові насоси, що використовують тепло відходів, таких як теплі стічні води, гаряче повітря з приміщень з кондиціонуванням;

в) тепловий насос, що складається з групи насосів, з'єднаних послідовно, щоб отримати відносно високі температури.

Теплові насоси дають можливість використовувати ті температурні джерела, які раніше неможливо було використовувати через їх низький температурний потенціал: поверхневі та ґрунтові води; потенціал теплової енергії, накопиченої у ґрунті; низькопотенційне тепло атмосферного повітря. Крім того, теплові насоси дозволяють ефективно утилізувати та використовувати теплову енергію технологічних процесів, стоків і т. ін., яка до цього розсіювалась у навколишньому середовищі. Це дозволяє у процесі сільськогосподарського виробництва більш раціонально використовувати енергію, що витрачається на виробничі процеси, та зменшити витрати енергії на одиницю продукції [9].

Як зазначено в літературних джерелах, сільське господарство, харчова та переробна промисловість є особливо енергоємними, і, в результаті реалізації різноманітних нових

технологічних процесів, акцент робиться на раціональне використання в агроекосистемах вже виробленої енергії шляхом зведення до мінімуму її втрат, а також використання тієї побічної енергії, що виникає у процесі виробництва й фактично являється його відходами.

Вищевказані пристрої мають багато способів використання у теплотехнічних агрегатах та технологічних процесах, що використовуються у виробництві сільськогосподарської продукції. Це холодильне устаткування на молочних фермах для охолодження молока після доїння, системи опалення та кондиціонування, техпроцеси у пивоварній промисловості, устаткування для вентиляції і кондиціонування повітря в сільськогосподарських будівлях, первинна обробка м'яса тощо. [8]. Тепловий насос може також використовуватися в процесах випаровування і концентрації розчинів, соків, молока, лікарських засобів; для опалення теплиць чи приготування кормів для тварин.

Внаслідок утилізації в агроекосистемах надлишкової теплової енергії, що утворюється в процесі охолодження молока або енергії, що виділяється тваринами, за допомогою теплових насосів, можливе вторинне відновлення тепла. Відходи енергії в агроекосистемах підходять для рекуперації тепла в системах вентиляції при утриманні тварин [7].

Безпосереднім ефектом від застосування теплонасосів є скорочення викидів в атмосферу шкідливих продуктів згорання. Відповідно до результатів досліджень Шафера (H. Schafera) [8] застосування системи опалення на основі теплового насосу типу "вода - вода" з використанням землі як джерела низькотемпературного тепла допомагає зменшити викиди CO₂ у порівнянні з котлами на рідкому паливі приблизно на 75%, а в порівнянні з газовими котлами – приблизно на 65 % [19].

Енергія сонця – найекологічніше джерело теплопостачання

Геліоустановка – це система обладнання для перетворення енергії сонячного випромінювання у теплову енергію. Зазвичай до комплексу геліосистеми входять сонячні колектори з адсорбуючими панелями, теплові накопичувачі або баки-акумулятори з проточними теплообмінниками, насосна група, система трубопроводів, що пов'язує між собою обладнання, система гарячого водопостачання та мікроконтролер або цифровий регулятор для управління геліосистемою. Геліоустановки знаходять застосування як в окремих господарствах, так і в готелях, пансіонатах, центрах відпочинку, промислових та громадських установах, спортивних і рекреаційних закладах, басейнах, а також у сільському господарстві [6].

Визначним у ефективності геліосистем є інтенсивність сонячного випромінювання у тій місцевості, де вона встановлена

У залежності від будови колектори можна поділити на три групи:

- *низькотемпературні* – температура теплоносія до 100 °С. Зазвичай, це звичайні плоскі колектори;
- *середньо температурні* – температура теплоносія 30-165 °С. Це вакуумні колектори з трубкою *heat-pipe*;
- *високотемпературні* – температура теплоносія 20-300 °С. Вакуумні колектори з рефлекторами.

Найчастіше геліоустановки використовуються для гарячого водопостачання, що дозволяє заощадити щороку близько 60% використовуваних для цього традиційних енергоносіїв. Оптимально розрахована й запроваджена у експлуатацію геліосистема дозволяє у літній період майже на 100% покрити потребу у гарячій воді без застосування інших джерел енергії [18].

З метою оптимізації роботи установки та максимального використання сонячної енергії використовують теплові накопичувачі (баки-акумулятори), здатні накопичувати теплову енергію. Одним з найновіших рішень у цій сфері є використання багатошарових теплових акумуляторів, де у різних відділеннях накопичується вода різної температури.

Як у кожній системі підігріву, так і у вищевказаних системах повинні бути наявні: розширювальний бак (приймаючий надлишок підігрітої рідини), зливний та подаючий

вентилі, аварійний клапан, циркуляційний насос та блок управління, що управляє всією геліо- або комбінованою системою гарячого водопостачання (ГВП)/опалення.

Зазвичай геліоустановка працює в автоматичному режимі, при цьому система управління забезпечує ефективну та безаварійну роботу всієї системи. Сучасні геліоустановки та блоки управління є пристроями, що практично не потребують обслуговування [18].

Екологічні способи альтернативного електропостачання

Фотобатареї. Одним із найбільш розповсюджених шляхів альтернативного електропостачання є використання фотоелементів (фотом одулів), конструкція яких базується на властивостях напівпровідників.

Фотоелементи діляться на дві підгрупи: вимірювальні фотоелементи і ті, що здатні перетворювати сонячне випромінювання в електричну енергію. Вимірювальні фотоелементи змінюють свій вихідний сигнал в залежності від інтенсивності вимірюваного джерела випромінювання: світла, лазерів, люмінесцентних діодів тощо. Вони використовуються у різних приладах та системах вимірювання, автоматизації та управління. Фотоелементи, які перетворюють сонячне випромінювання, застосовуються, головним чином, в установках для отримання електричної енергії, і їх параметри підбираються з метою отримання великої вихідної електричної потужності.

Фотоелементи можна з'єднувати послідовно та паралельно або послідовно-паралельно залежно від сили фотоелементів та вимог до сили струму при навантаженні. Об'єднавши фотоелементи, можна отримати фотомодуль потужністю від кількох до 120 Вт [13]. Їх можна використовувати протягом всього року, але з квітня до вересня вони найбільш ефективні.

Очікується, що впродовж декількох наступних років значного розвитку набудуть фотоелементи, змонтовані на основі полімерів (поліестер, акрил, полістирол), на які методом набивання накладається шар зі сполук міді, індію, селену, галію. Відмінністю таких елементів є значна еластичність, ККД близько 10% та, що особливо важливо, низька собівартість, яка робить можливим масове використання такої продукції [13].

Вітрогенератори. Запаси енергії вітру для Польщі були детально досліджені й описані проф. Г.Лоренс з Інституту Метеорології і Водного Господарства у Варшаві. Цим вченим було розроблено карти напрямку і сили вітру, а також його добового, місячного і річного енергетичного потенціалів для розміщення вітрових електростанцій [21].

Природні умови мають значний вплив на ефективність роботи вітрових електростанцій. Найбільше на кількість отриманої енергії впливає значення довготривалої швидкості вітру [15], так зростання швидкості вітру, наприклад, на 10% (з 5,26 м/с до 5,8 м/с) знижує витрати на виробництво енергії на 20% і, навпаки, зниження швидкості вітру на 10% – до 4,7 м/с, збільшує ці витрати на 30%.

Високоєфективним способом зменшення вартості виробництва енергії є зміна таких конструкційних параметрів, як діаметр ротора та висота вежі. Збільшення цих параметрів підвищує продуктивність вітроенергетичної установки (ВЕУ) значно швидше, ніж зростають при цьому інвестиційні та експлуатаційні витрати, що й підтверджує багаторічна світова тенденція до збільшення розмірів електроустановок [14].

Потужність ВЕУ при цьому не змінюється, так як вплив номінальної потужності електростанції на вартість виробництва енергії, у даному випадку, дуже незначний. Електрогенератор має відносно малу (близько 7 %) долю в інвестиційних витратах, а вплив невеликих змін номінальної потужності на енергетичну ефективність незначний. Крім того електростанція дуже рідко досягає номінальної потужності. Зазвичай процес управління роботою вітрової електростанції є повністю автоматизованим [14].

Сьогодні у сільській місцевості Польщі все частіше встановлюються малі вітрові електростанції, які мають потужність нижче 100 кВт, адже зі стрімким розвитком новітніх технологій їх ціна знижується з року в рік. Найбільш ефективно вони використовуються для забезпечення електроенергією окремих об'єктів чи господарств. За допомогою малих ВЕУ живляться, головним чином, будинки, парник, господарські приміщення, сушарки тощо [16].

Конструктивно малі ВЕУ мають такі переваги:

- значно ширший діапазон використання вітрової енергії: від 2 м/с до дуже сильних вітрів (особливо ВЕУ з вертикальною віссю обертання);
- вартість виробництва 1 кВт.год енергії коливається залежно від вітрових умов і становить близько 0,07 – 0,10 злотих;
- простота монтажу;
- низькі капіталовкладення;
- сприйняття місцевою громадськістю;
- незначний вплив на агроєкосистеми;
- не вимагають інтеграції до загальної електромережі;
- з огляду на свої малі розміри легко вписуються у пейзаж, а інколи можуть розглядатися як декоративний елемент (особливо з вертикальною віссю обертання);
- для турбін, які не закріплюються стаціонарно, відсутня необхідність отримання дозволу на будівництво.

Зараз на ринку доступні декілька видів малих вітрових електростанцій, які поділяють за такими критеріями:

- потужність;
- конструкція: *вертикальна* вісь обертання VAWT (наприклад, турбіна TURBY, що виготовляється голландською фірмою TU Delf; Savonius, що виробляється фірмою Xinxin) або *горизонтальна* вісь обертання HAWT, наприклад Zefir-6a;
- генератор: синхронний, асинхронний.

Впродовж року турбіна потужністю 2,5 кВт здатна виробити близько 1800 кВт.год енергії за середньорічної швидкості вітру близько 4,3 м/с.

На польському ринку доступні також гібридні системи. Це об'єднання малої вітрової електростанції з іншими джерелами енергії (фотовольтаїчна панель, дизельний генератор, батарея акумуляторів). Це комплекти, придатні для живлення дачних будинків, кемпінгів чи станцій GSM.

Гібридною системою можна назвати також поєднання малої вітрової електростанції з геліоустановкою. Вітрова електростанція у такій системі може бути джерелом живлення для електричних нагрівачів у водних теплозбірниках, головним чином, уночі та взимку і перекрити значну частину енергетичних потреб опалювальної системи. Накопичення теплової енергії в теплозбірнику є більш дешевим технічним рішенням, ніж електроенергії в батареї акумуляторів.

Малі вітрові електростанції мають шанс знайти своє місце на ринку альтернативної енергії, що розвивається. Завдяки простому монтажу і невеликій вартості вони є доступними для малих фермерських господарств та інших індивідуальних споживачів.

Висновки. За деякими розрахунками частка енергії з ВДЕ у сільському господарстві Польщі могла б складати до 25% від загальної потреби у тепловій та електричній енергії. Не менш важливим при застосуванні ВДЕ є значне зменшення техногенного навантаження на агроєкосистеми. Передбачається, що у сільськогосподарському виробництві та сільській місцевості Польщі найближчим часом суттєво зміниться кількість використовуваних традиційних палив, зокрема природного газу та вугілля, на користь використання біомаси, сонячної, геотермальної та вітрової енергії. Пристроями, що призначені для використання практично необмежених запасів відновлювальної енергії є: теплові насоси, сонячні колектори, фотоелектричні елементи, вітрові та гідроелектростанції.

Використана література:

1. Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim / [red. W. Górecki]. – Kraków, 2006, S. 48-49.
2. Bartoszek B. Pompa ciepła i jej zastosowania / B. Bartoszek, J. Kotarba // Gospodarka Paliwami i Energia. – 1981. – С. II, Nr 1, S. 7-8.
3. Bilicki Z. Metody komputerowe w technice cieplnej / [Z. Bilicki, J. Cieśliński, S. Doerffer, R. Kwidzyński i inne]. – Gdańsk: Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, 1996, S. 14-16.

4. Bolkowski S. *Elektrotechnika* / S. Bolkowski. – Warszawa: WsiP, 1993, S. 38-40.
5. Gerd Eisenbeifi. *Program w dziedzinie energetyki* / Gerd Eisenbeifi. – Niemiecki Instytut Badawczy do spraw Lotnictwa i Lotów Kosmicznych (DLR), S. 12-18.
6. Jędrysek M.-O. *Wybrane zagadnienia z zakresu OZE* / M.-O. Jędrysek. // Ministerstwo Środowiska, (07. 2007). – 2007, S. 28-35.
7. Jabłoński W. *Elektrotechnika z automatyką* / W. Jabłoński, G. Poszajski – Warszawa: WsiP, 1999, S. 12-13.
8. Kempkiewicz K. *Algorytm obliczeń termodynamicznych sprężarkowej pompy ciepła* / K. Kempkiewicz : mater. V konf. nauk.-techn. [„Mała Energetyka”] – Gdańsk, 1998, S. 5-8.
9. Klejnich A. *Perspektywa przemysłowego zastosowania pomp ciepła – wybrane zagadnienia* / A. Klejnich, J. Żelazny // *Chłodnictwo*. – 1984. – Nr 11. – S.10-12.
10. Ladener H. *Solare Stromversorgung* / H. Ladener. – Okobuch, 2004, S. 29-38.
11. Matcheisel M. *Wpływ nierównomierności zużycia ciepłej wody, użytkowej w ciągu roku na efektywność sprężarkowej pompy ciepła* / M. Matcheisel. // *Chłodnictwo*. – 1985. – Nr 2, S. 10-16.
12. Mieczynski M, Siatka J. *O termodynamicznych podstawach pomp ciepła* / M. Mieczynski, J. Siatka. // *Chłodnictwo*. – 1982. – Nr 8, S. 18-20.
13. Muras Z. *Departament Przedsiębiorstw Energetycznych, Urząd Regulacji Energetyki Energetyka odnawialna i Kogeneracja* / Z. Muras. // *Czysta Energia*. – 2010. – Styczeń 2010, ppS 8-9.
14. *Opracowanie KGHM : Polska Miedź rok 2008 // Elektrownie wiatrowe*. – 2008, S. 22-28.
15. Pietraszko S.M. *Ogniwa i systemy fotowoltaiczne* / S.M. Pietraszko. // *Fotowoltaika Polska PVPL*. – 2000, S. 68-78.
16. *Raport Europejskiej Rady Energii Odnawialnej (EREC) i Greenpeace International*. – Ofic. wyd. – Bruksela, 25.01.2007 r, S. 10-15.
17. Rogulska M. *Stan obecny i kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce* / M. Rogulska : zbiórka referatów z konferencji [„Zrównoważone systemy energetyczne”], (Zakopane, 12-14.10.2005). – Zakopane, 2005, S. 4-8.
18. Smolec W. *Fototermiczna konwersja energii słonecznej*. / W. Smolec. – Warszawa: PWN, 2000, S. 28-36.
19. Szargut J. *Przydatność pomp grzejnych w gospodarce energetycznej* / J. Szargut. // *Energetyka*. – 1988. – Nr 11, S. 10-16.
20. Wiśniewski S. *Termodynamika techniczna* / S. Wiśniewski. – Warszawa: WNT, 1987, S. 65-74.
21. Zagórski M. *Biogazownia ma być rentowna* / M. Zagórski. // *Czysta Energia*. – 2010. – Styczeń 2010, S. 88-90.
22. Zimny J. *Zastosowanie sprężarkowych pomp ciepła w obiektach rolniczych* / J. Zimny, K. Kempkiewicz, J. Skupiński : mater. IV konf. nauk.-techn. [„Racjonalizacja użytkowania energii i środowiska”], (Gdańsk, 1998). – Gdańsk, 1998. – S. 48-52.
23. Дзядикевич Ю.В. *Енергетичний менеджмент* / Ю.В. Дзядикевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум. – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.
24. Егоршин О.О. *Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами* / О.О. Егоршин, М.В. Лісовий. – Харків: КП “Друкарня №13”, 2007. – 45 с.

REFERENCES

1. *Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznej na Niżu Polskim* [red. W. Górecki]. Kraków, 2006, pp. 48-49.
2. Bartoszek B., Kotarba J. *Pompa ciepła i jej zastosowania. Gospodarka Paliwami i Energia*, 1981, Vol. II, No. 1, pp. 7-8.
3. Bilicki Z. et al. *Metody komputerowe w technice cieplnej*. Gdańsk, Publ. IMP PAN, 1996, pp. 14-16.
4. Bolkowski S. *Elektrotechnika*. Warszawa, WsiP, 1993, pp. 38-40.
5. Gerd Eisenbeifi. *Program w dziedzinie energetyki*. Niemiecki Instytut Badawczy do spraw Lotnictwa i Lotów Kosmicznych (DLR), pp. 12-18.
6. Jędrysek M.-O. *Wybrane zagadnienia z zakresu OZE*. Ministerstwo Środowiska, 2007, pp. 28-35 (07. 2007).
7. Jabłoński W., Poszajski G. *Elektrotechnika z automatyką*. Warszawa, WsiP, 1999, pp. 12-13.
8. Kempkiewicz K. *Algorytm obliczeń termodynamicznych sprężarkowej pompy ciepła* / K. Kempkiewicz : mater. V konf. nauk.-techn. [„Mała Energetyka”] – Gdańsk, 1998, pp. 5-8.
9. Klejnich A., Żelazny J. *Perspektywa przemysłowego zastosowania pomp ciepła – wybrane zagadnienia. Chłodnictwo*, 1984, No. 11, pp. 10-12.
10. Ladener H. *Solare Stromversorgung*. Okobuch, 2004, pp. 29-38.
11. Matcheisel M. *Wpływ nierównomierności zużycia ciepłej wody, użytkowej w ciągu roku na efektywność sprężarkowej pompy ciepła. Chłodnictwo*, 1985, No. 2, pp. 10-16.
12. Mieczynski M, Siatka J. *O termodynamicznych podstawach pomp ciepła. Chłodnictwo*, 1982, No. 8, pp. 18-20.
13. Muras Z. *Departament Przedsiębiorstw Energetycznych, Urząd Regulacji Energetyki Energetyka odnawialna i Kogeneracja. Czysta Energia*, 2010, January 2010, pp. 8-9.
14. *Opracowanie KGHM : Polska Miedź rok 2008. Elektrownie wiatrowe*, 2008, pp. 22-28.
15. Pietraszko S.M. *Ogniwa i systemy fotowoltaiczne. Fotowoltaika Polska PVPL*, 2000, pp. 68-78.
16. *Raport Europejskiej Rady Energii Odnawialnej (EREC) i Greenpeace International*. Bruksela, 25.01.2007, pp. 10-15.

17. Rogulska M. *Stan obecny i kierunki rozwoju energetycznego wykorzystania biomasy w Polsce*. Zbiurka referatów z konferencji „Zrównoważone systemy energetyczne”, (Zakopane, 12-14.10.2005). Zakopane, 2005, pp. 4-8.
18. Smolec W. *Fototermiczna konwersja energii słonecznej*. Warszawa, PWN, 2000, pp. 28-36.
19. Szargut J. Przydatność pomp grzewczych w gospodarce energetycznej. *Energetyka*, 1988, No. 11, pp. 10-16.
20. Wiśniewski S. *Termodynamika techniczna*. Warszawa, WNT, 1987, pp. 65-74.
21. Zagórski M. Biogazownia ma być rentowna. *Czysta Energia*, 2010, January 2010, pp. 88-90.
22. Zimny J., Kempkiewicz K., Skupiński J. Zastosowanie sprężarkowych pomp ciepła w obiektach rolniczych. Mater. IV konf. nauk.-techn. „Racjonalizacja użytkowania energii i środowiska”, Gdańsk, 1998, pp. 48- 52.
23. Dzyadykevych Yu.V., Buryak M.V., Rozum R.I. Energy management [*Enerhetychnyy menedzhment*]. Ternopil', Ekonomichna dumka, 2010, 295 p.
24. Ehorshyn O.O., Lisovyy M.V. Methods of statistical processing of the experimental data of long-term stationary field experiments with fertilizers [*Metodyka statystychnoyi obrobky eksperymental'noyi informatsiyi dovhostrokovykh statsionarnykh pol'ovykh doslidiv z dobryvamy*]. Kharkiv, Publ. No.13, 2007, 45 p.

Рецензія: д.е.н., проф. Макаренко П. М.

Reviewed: Dr., Prof. Makarenko P. M.

Received: September, 2014

1st Revision: October, 2014

Accepted: November, 2014

