

## **ВИКОРИСТАННЯ БІОРЕСУРСІВ МІСЦЕВОГО ПОХОДЖЕННЯ В АПК ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ**

**В. П. МАРТИНІВ**, аспірант\*

**Тернопільський національний педагогічний університет**

**ім. В. Гнатюка**

E-mail: martynivv22@gmail.com

**Анотація.** Збільшення обсягів виробництва на фоні подорожчання енергоресурсів, викликає потребу в розробці перспективних енерго- й ресурсозберігаючих технологій та устаткування. Суттєвими недоліками технологічних процесів АПК сушіння зерна, що використовують теплогенератори, є те, що під час свого функціонування вони споживають велику кількість викопних енергоресурсів, присутні нерентабельні графіки їх роботи (пов'язані з відсутністю сировини для сушіння), розсіюють значну кількість теплової енергії. Основними напрямками вирішення вище названих проблем є використання принципів рекуперації, когенерації та застосування альтернативних видів палива, зокрема, перетворення твердих відходів у енергетичні ресурси. Застосування систем генерації електроенергії в зерносушильних комплексах дає можливість одночасно функціонувати технологічній лінії зерносушіння та отримувати дешеву електроенергію з біоресурсів місцевого походження, необхідну для потреб об'єктів господарювання. Дана система дозволяє замінити викопні (вуглеводневі) енергоресурси на біопаливо місцевого походження, здійснювати генерацію електроенергії в кількості 300-500 кВт·год для потреб об'єктів господарювання, зменшити час окупності технології в 2–3 рази в порівнянні з існуючими. Проаналізовано світові тенденції розвитку альтернативної енергетики, вказано на можливості застосування біоресурсів в агропромисловому комплексі для генерування електроенергії, проведено обґрунтування вітчизняного потенціалу альтернативних відновлюваних енергоресурсів.

**Ключові слова:** *альтернативна енергетика, ефективність, зерносушильний комплекс, енергоресурси, раціональність*

**Актуальність.** Енергетична самодостатність є на сьогоднішній день головним критерієм економічної повноцінності держави. Особливо гостро ця проблема стоїть перед Україною, де ціни на паливо безперервно зростають, неефективне використання паливно-енергетичного комплексу спостерігається в усіх галузях промисловості, структурні зміни, що відбулися протягом останнього десятиліття, характеризуються серйозним технологічним відставанням України від промислово розвинених держав світу (Данія, Іспанія, Португалія, Німеччина).

---

\* Науковий керівник – доктор технічних наук, професор В. С. Федорейко

**Аналіз основних досліджень і публікацій.** Окремі питання, які пов'язані з економічною характеристикою паливно-енергетичного комплексу України розглянуто у працях науковців М. О. Корчемного.. «Енергозбереження в агропромисловому комплексі», В. С. Федорейка.. «Шляхи підвищення енергетичної ефективності економіки України», Г. Г. Гелетухи «Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і роль в них відновлюваних джерел енергії». які в значній мірі розкривають сучасний стан використання систем генерації електроенергії з біоресурсів місцевого походження із використанням принципів рекуперації, когенерації та застосування альтернативних видів палива, зокрема, перетворення твердих відходів у побутові енергетичні ресурси. Їх аналіз доводить, що агропромислові комплекси (для сушіння зерна і кормів) є одними з найбільших споживачів усіх видів палива, тому їх раціональному використанню приділяється велика увага, а питання, пов'язані з використанням альтернативних джерел енергії в АПК, набули пріоритетного значення та недостатньо висвітлені науковцями.

**Мета дослідження** – підвищення енергоефективності зерно-сушильних комплексів шляхом застосування систем генерації та біоресурсів місцевого походження.

**Матеріали і методи дослідження.** Теоретичні дослідження базувалися на основних законах енергозбереження, теплопередачі, електротехніки, термодинаміки. У ході виконання роботи використано методики досліджень вітчизняних і зарубіжних фахівців, матеріали науково-технічних конференцій.

Енергетична проблема нераціонального використання промислових потужностей, обмежені можливості атомної та гідроенергетики змушують звернути увагу на використання альтернативних енергоносіїв (вітер, сонце, тепло землі, біомаси, відходи промислових виробництв), перетворення теплової енергії в електричну [1].

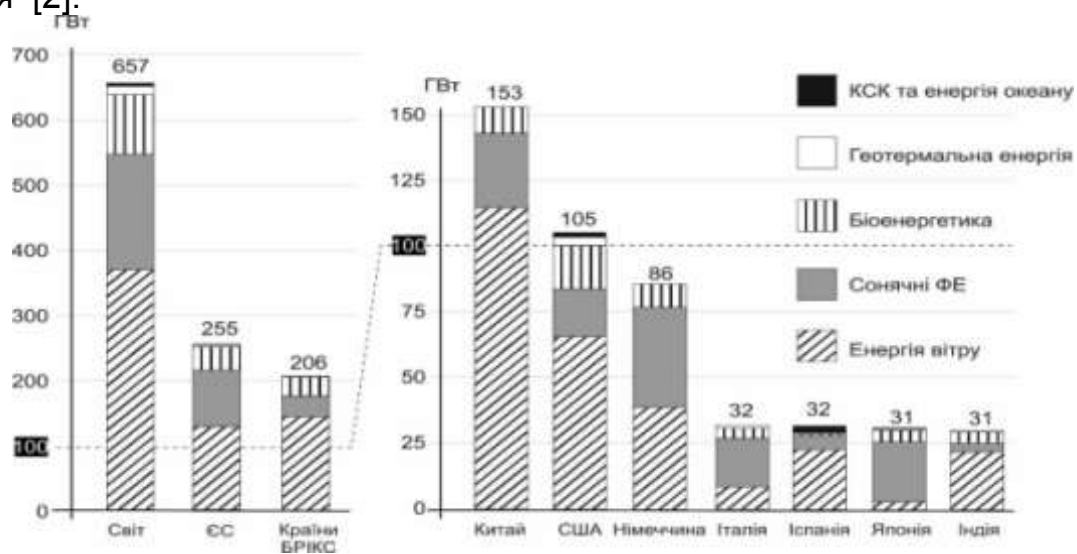
Зростання тарифів на електроенергію та паливні матеріали, що створює додаткове фінансове навантаження на економіку нашої держави, стимулює до впровадження сучасних когенераційних та рекуперативних технологій, раціонального використання енергоресурсів, в тому числі, у процесах АПК для сушіння зерна.

За прогнозами міжнародного енергетичного агентства, до 2030 року потреби людства в електроенергії зростуть до 30116 млрд. кВт·год, що більше ніж удвічі перевищує сучасні потреби [2].

На сьогодні відновлювані джерела енергії забезпечують близько 19% кінцевого енергоспоживання в світі, зокрема, традиційна біомаса – 9%, сучасні ВДЕ – більше 10%. ВДЕ відіграють в енергетичній політиці України лише другорядну роль. Та частка альтернативних джерел енергії, яка запланована в енергетичній стратегії країни, а саме приблизно 6% станом на 2030 р., означає помітне відставання темпів їхньої розбудови від можливостей економічного потенціалу.

Найбільшими виробниками «зеленої» електроенергії є 7 країн, сумарні потужності яких складають 71,5% світових (470 ГВт, без

врахування гідроенергії): Китай, США, Німеччина, Італія, Іспанія, Японія, Індія [2].

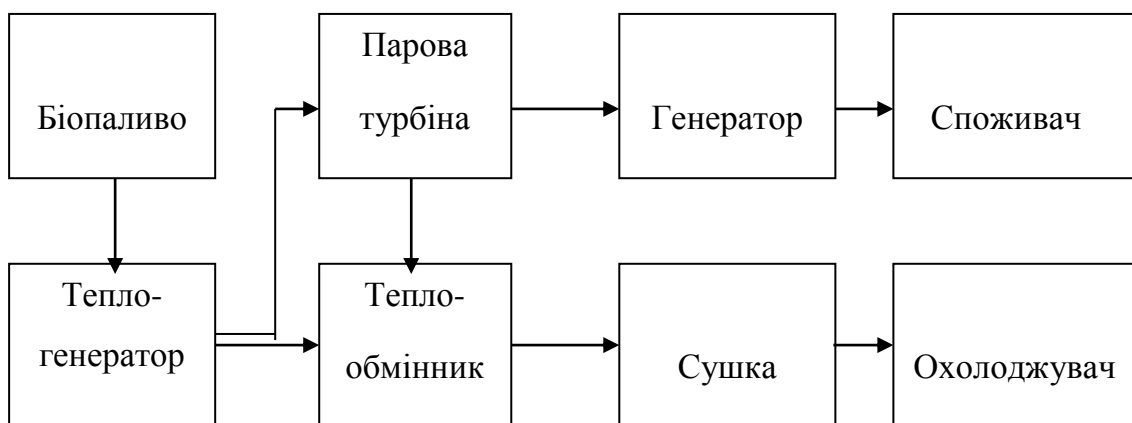


**Рис. 1. Встановлена електрична потужність ВДЕ в світі, 2014 р.**

Аналіз даних рис. 1 дає можливість зрозуміти, що першочерговість капіталовкладень в енергоощадні проекти і ефективне управління ними давно і масово реалізуються у світі. Адже саме такі проекти забезпечують кількісну економію паливно-енергетичних ресурсів, якісну пропорцію зниження шкідливих викидів  $SO_2$ ,  $NO_x$ ,  $CO_2$ , націлені на енергозаміщення природного газу відновлювальними біоресурсами місцевого походження. Вони частково розв'язують проблему екологічного та термального характеру, що виникає за використання викопних (вуглеводневих) енергоресурсів.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Нами запропоновано спосіб підвищення енергоефективності зерносушильного комплексу, шляхом використання генеруючого модуля (парової турбіни) для перетворення теплової енергії в електричну.

Принципову схему генерації електроенергії показано на рисунку 2.



**Рис. 2. Застосування систем генерації в процесі сушіння зерна**

Застосування систем генерації електроенергії в АПК дозволяє одночасно функціонувати технологічній лінії зерносушіння та отримувати дешеву електроенергію з біоресурсів місцевого походження, необхідну для потреб об'єктів господарювання. Принцип роботи комплексу полягає у тому, що енергія високотемпературних теплових потоків, які виділяється в результаті спалювання біопалива у теплогенераторі потужністю 2 мВт, потрапляє у електрогенеруючий модуль (парову турбіну), в якому відбувається перетворення теплової енергії в електричну. Загалом рівняння теплового балансу теплогенератора можна записати так:

$$Q_3 = Q_{КОР} + Q_{ВТРАТ}, \quad (1)$$

де  $Q_3$  – загальна теплота теплогенератора, кДж;

$Q_{КОР}$  – корисна теплота, кДж;

$Q_{ВТРАТ}$ , – теплота втрат, кДж.

Якщо ж теплогенераторну установку доповнити генеруючим модулем для перетворення теплової енергії в електричну, тоді частина потужності теплових втрат  $Q_{ВТРАТ}$  теплогенератора, використовується як джерело для генерації електричної енергії  $P_E$ , решта – неутилізовані втрати  $Q_{НЕУТ}$ :

$$Q_{ВТРАТ} = P_E + Q_{НЕУТ} \text{ втрат.} \quad (2)$$

У свою чергу  $Q_{ВТРАТ}$  є функцією від загальної теплової потужності теплогенератора:

$$Q_{ВТРАТ} = Q_3 - Q_3 \cdot \eta_{ТГ} = (1 - \eta_{ТГ}) \cdot Q_{ПАЛ} \cdot m, \quad (3)$$

де  $\eta_{ТГ}$  – коефіцієнт корисної дії теплогенератора;

$Q_{ПАЛ}$  – теплотворна здатність палива;

$m$  – маса палива.

Генеруючий модуль пов'язаний з високооборотним генератором електричного струму, загальним валом-ротором. Перетворювач (блок силової електроніки) забезпечує подачу споживачеві електроенергії необхідної напруги і частоти.

В період відсутності сировини для сушіння (кукурудзи, ріпака, сої) система генерації електроенергії у зерносушильному комплексі дає можливість згенерувати електроенергію в кількості 300 – 500 кВт·год. Безперечно, втрати під час перетворення є, проте, згенерована електроенергія в 5-7 разів дешевша від виробленої з використанням газу, нафти, вугілля, тому ці перетворення виглядають привабливо. Загальновідомо, що чим більше генеруючих точок електроенергії, тим стабільніша енергосистема.

Раціоналізацією цього проекту є також те, що в якості палива можна використовувати різну сировину біологічного походження з річним циклом повного відновлення (стрижні початків кукурудзи, солону, лушпиння соняшника, відходи промислових деревопереробних підприємств тощо). Перехід на альтернативні відновлювані джерела енергії, зважаючи на потенціал України, значно знизить залежність нашої держави від імпортованої енергосировини та дасть можливість отримання дешевої теплової і електричної енергії.

**Висновки і перспективи.** Таким чином, використання біоресурсів в АПК із застосуванням систем генерації електроенергії дозволяє:

- замінити викопні (вуглеводневі) енергоресурси на біопаливо місцевого походження для перетворення теплової енергії в електричну, де в якості сировини використовуються стрижні початків кукурудзи, солома, лушпиння соняшника, відходи деревопереробних підприємств тощо.

- здійснювати генерацію електроенергії в кількості 300-500 кВт·год для потреб об'єктів господарювання та зменшити навантаження на електромережу;

- використовувати паливний ресурс у зерносушильному комплексі для генерації теплової енергії в електричну, в тому числі, із важко-ліквідних матеріалів, що забезпечить зменшення часу окупності технології в 2–3 рази в порівнянні з існуючими.

### **Список використаних джерел**

1. Федорейко, В. С. Шляхи підвищення енергетичної ефективності економіки України / В. С. Федорейко, І. С. Іскерський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2015. - Вип. 224. - С. 14-19.

2. Гелетуша, Г. Г. Аналіз енергетичних стратегій країн ЄС та світу і ролі в них відновлюваних джерел енергії. Ч. 1 / Г. Г. Гелетуша, Т. А. Железна, А. І. Баштовий // Пром. теплотехніка. - 2016. - 38, № 2. - С. 56-63.

3. Корчемний, М. О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. О. Корчемний, В. С. Федорейко, В. І. Щербань – Тернопіль: Підручники посібники, 2001. – 974 с.

### **References**

1. Fedoreiko, V. S., Iskerskyi, I. S. (2015). Shliakhy pidvyshchennia enerhetychnoi efektyvnosti ekonomiky Ukrainy [Ways to improve energy efficiency economy Ukraine] Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriiia : Tekhnika ta enerhetyka APK, 224, 14-19.

2. Heletukha, H.H., Zheliezna, T. A., Bashtovyi, A. I. (2016). Analiz enerhetychnykh stratehii krain YeS ta svitu i roli v nykh vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ch. 1 [Analysis of the energy strategies of the EU and the world and their role in renewable energy. Part 1]. Prom. Teplotekhnika, 38 (2), 56-63.

3. Korchemnyi, M. O., Fedoreiko, V. S., Shcherban V. P. (2001). Enerhozberezhennia v ahropromyslovomu kompleksi. [Energy conservation in agriculture]. Ternopil, Pidruchnyky i posibnyky, 974.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРЕСУРСОВ МЕСТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В АПК ДЛЯ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**В. П. Мартинив**

**Аннотация.** Увеличение объемов производства на фоне удорожания энергоресурсов, вызывает потребность в разработке

перспективных энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования. Существенными недостатками технологических процессов АПК, использующих теплогенераторы, является то, что во время своего функционирования они потребляют большое количество ископаемых энергоресурсов, присутствуют нерентабельные графики их работы (связанные с отсутствием сырья для сушки), роисходит рассеивание большого количества тепловой энергии.

Основными направления решения перечисленных проблем является использование принципов рекуперации, когенерации и применения альтернативных видов топлива, в частности, - превращение твердых отходов в энергетические ресурсы. Применение систем генерации электроэнергии в АПК позволяет одновременно работать технологической линии зерносушки и получать дешевую электроэнергию, необходимую для нужд объектов хозяйствования, из биоресурсов местного происхождения. Система позволяет заменить ископаемые (углеводородные) энергоресурсы на биотопливо местного происхождения, осуществлять генерацию электроэнергии в количестве 300-500 кВт·год для нужд объектов хозяйствования, уменьшить время окупаемости технологии в 2-3 раза по сравнению с существующими.

В статье проанализированы мировые тенденции развития альтернативной энергетики, указано на возможность применения биоресурсов в агропромышленном комплексе для генерирования электроэнергии, проведено обоснование отечественного потенциала альтернативных возобновляемых энергоресурсов.

**Ключевые слова:** альтернативная энергетика, эффективность, зерносушильного комплекс, энергоресурсы, рациональность

## **USE LOCAL LIFE OF ORIGIN IN AIC TO GENERATE HEAT AND POWER**

### **V. Martyniv**

**Annotation.** *The increase in production against the backdrop of rise in price of energy is the need to design and advanced energy saving technologies and equipment. Significant deficiencies AIC processes that use heat generators, is that during their operation they consume large amounts of fossil energy, present their work unprofitable charts (related to the lack of raw materials drying) dissipate a significant amount of heat. The main directions of solving the above problems is to use the principles of recovery, cogeneration and alternative fuels, in particular - converting solid waste into energy resources. The use of power generation in agriculture can simultaneously operate technological line grain drying and getting cheap electricity from the local origin of biological resources necessary for the needs of facilities management. Lets replace fossil (hydrocarbon) energy into biofuel local origin, to the generation of electricity in the amount of 300-500 kVt·hod needs for*

*facilities management, reduce the payback time technology by 2-3 times compared to existing ones. Analyzed global trends in alternative energy, given the possibility of the use of biological resources in agriculture to generate electricity conducted national study potential alternative renewable energy.*

**Keywords: alternative energy, efficiency, grain drying complex, energy, rationality**

УДК 631.362.3

### **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СУШІННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ОБЕРТАЛЬНОМУ БАРАБАНІ ЗА КОМБІНОВАНОГО ПІДВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ**

**Р. А. КАЛІНІЧЕНКО**, кандидат технічних наук, доцент кафедри...

*Національний університет біоресурсів  
і природокористування України*

**Б. І. КОТОВ.**, доктор технічних наук, професор

*Вінницький національний аграрний університет України*

**А. В. СПІРІН**, кандидат технічних наук, доцент

*Вінницький національний аграрний університет України*

*E-mail: rkalinichenko@ukr.net*

**Анотація.** Зберігання у сухому стані – найбільш розповсюджений спосіб консервування рослинних матеріалів. Енерговитрати на сушіння зернових, насінневих і кормових матеріалів можуть складати до 50 % від сумарних затрат на виробництво готового продукту. Універсальні сушарки барабанного типу широко використовуються в господарствах, оскільки, дозволяють проводити зневоднення різних сипучих вологих матеріалів, але за цілим рядом показників роботи (питомі затрати енергії, рівень автоматизації, виконання екологічних вимог, та інші) ці сушарки не зовсім відповідають сучасним вимогам виробництва сільськогосподарської і переробної галузей. Вирішення задач оптимізації щодо продуктивності і енергозатрат барабанних агрегатів можливе лише за наявності адекватної математичної моделі процесів. Тому метою досліджень було вдосконалення математичного опису процесів тепло- і масообміну в процесі сушіння матеріалу в обертовому барабані за наявності джерел ІЧ-випромінювання. За результатами аналізу аналітичних математичних моделей теорії тепло- і масообміну отримано математичний опис динамічних режимів зневоднення сипкого матеріалу в обертовому барабані з комбінованим конвективно-радіаційним підведенням енергії до матеріалу за врахування розподіленості параметрів процесу за довжиною барабану. Отримані рівняння