

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П.Драгоманова  
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра прикладних природничо-математичних дисциплін**

**МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ:  
НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

*Київ, 29 листопада 2017 р.*

КИЇВ – 2017

**УДК 620.91: 621.31 (063)**

**Е90**

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції, Київ, 29 листопада 2017 р. – Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2017. – 92 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради  
Інженерно-педагогічного факультету  
НПУ імені М.П.Драгоманова,  
протокол № 5 від 22 листопада 2017 р.*

Збірник містить матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування». В рамках конференції розглянуто сучасний стан та перспективи використання енергоефективних технологій, раціонального використання енергії, технології отримання енергії з відновлювальних джерел та екологічні аспекти реалізації новітніх технологій.

#### **Редакційна колегія:**

- А.В. Касперський** – доктор педагогічних наук, професор, академік АНВШ України, завідувач кафедри прикладних природничо-математичних дисциплін (голова, науковий редактор)
- Ю.В. Немченко** – кандидат педагогічних наук, доцент
- Д.Е. Кільдеров** – кандидат педагогічних наук, професор, декан Інженерно-педагогічного факультету
- О.М. Кучменко** – кандидат педагогічних наук
- Н.М. Немченко** – викладач інформатики та інформаційних технологій (технічний секретар)

*Організаційний комітет висловлює подяку інформаційним партнерам конференції, які поширили інформацію про роботу конференції на сторінках своїх інформаційних ресурсів.*



## **ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ – СУЧАСНИЙ ТРЕД ЧИ ЖИТТЄВА НЕОБХІДНІСТЬ?**

**Немченко Ю.В.**

*кандидат педагогічних наук, доцент  
НПУ імені М.П.Драгоманова*

Сучасна технологічна цивілізація отримала потужний поштовх у своєму розвитку внаслідок використання викопного палива, яке дало енергію для прискореного перетворення природного середовища. В таких умовах рівень та ефективність енергетичної системи країни в значній мірі визначає рівень розвитку та конкурентно-спроможність країни на світовому ринку. В умовах глобалізованої економіки поведінка країн досить жорстка, безкомпромісна та егоїстична по відношенню до конкурентів, зорієнтована на відстоювання власних економічних інтересів. Нерівномірний розподіл викопних енергоресурсів територією планети та стрімке скорочення їх запасів стримують подальший розвиток багатьох економік світу і спричиняють цілу низку економічних, соціальних та політичних протиріч, наслідком яких є політичні протиборства та війни. В умовах дефіциту обсягів викопного палива, важливим показником конкурентної боротьби є раціональне їх використання. Одним із ключових показників конкурентоспроможності економіки будь-якої країни визнано енергоемність – кількісну величину витраченої енергії для створення одиниці ВВП. Велика частка витрат енергії під час створення одиниці продукції підвищує її собівартість і ціну, знижуючи при цьому прибутки підприємств у порівнянні з конкурентами і уповільнюючи економічне зростання країни.

Статистична служба Європейського Союзу (Євростат) подає інформацію про щорічні обсяги споживання всіх видів енергії, перераховані в єдиний штучний показник – тонни нафтового еквіваленту (ТНЕ). Кількість спожитих ТНЕ, співвіднесена з ВВП країни, дає можливість оцінити рівень ефективності використання державами енергетичних ресурсів та порівняти їх за обсягами палива, що необхідне для створення одиниці ВВП. За описаним показником енергоефективність України в 2014 році мала найбільш енергозатратну економіку у порівнянні з іншими європейськими країнами (Графік 1). FactCheck повідомила, що для створення одиниці ВВП економіка України у 2014 році використовувала в 21 раз більше енергоресурсів, ніж Німеччина.

Варто зауважити, що енергія використовується не лише у виробничих процесах. За даними Європейської економічної комісії ООН глобальний внесок комерційних (офіси) і житлових споруд в загальний об'єм енергоспоживання постійно зростає і сьогодні становить 41 %, що значно перевищує споживання енергії транспортом (28%) і промисловістю (31 %). У відповідності з даними Енергетичного департаменту Європейської Комісії і Управління енергетичною інформацією США (Energy Information Administration, EIA) такі темпи зростання енерговитрат в побуті зберігатимуться в найближчі роки, а дана тенденція спостерігається як економі-

чно розвинених країнах, так і в країнах з перехідною економікою. Значна частина цієї енергії (85%) витрачається на опалення та охолодження приміщень, і лише 15% - для освітлення.



Графік 1. Обсяги палива в кілограмах нафтового еквіваленту, необхідні для створення од. ВВП в країнах Європи в 2014 році  
[Джерело: FactCheck за даними Євростату і Світового банку]

Зростання обсягів використаного викопного палива суттєво порушило екологічну рівновагу існуючих екосистем. Одним із наслідків такого глобального антропогенного впливу економіки на екологічну рівновагу є зростання показників середньої температури атмосфери Землі.

Отже, загроза порушення екологічної рівноваги, спостереження за кліматичними змінами, скорочення запасів викопного палива та інші чинники ставлять перед нами завдання більш раціонально використовувати наявні енергетичні ресурси та створювати нові ефективні технології для отримання енергії з відновлювальних джерел, її накопичення і транспортування.

Ряд розвинених країн, у відповідності до міжнародних угод, прийняли на державному рівні національні програми щодо зменшення викидів парникових газів та CO<sub>2</sub> та стимулювання використання відновлювальних джерел енергії. Так, Європейським стратегічним планом розвитку енергетичних технологій передбачено швидку розробку ключових технологій в енергетиці, а саме: до 2020 року передбачено скоротити обсяг споживання первинної енергії на 20%, збільшити до 20% частку відновлюваних джерел енергії в енергетичному балансі ЄС і зменшити на 20% обсяг викидів парникових газів. Одним із світових лідерів у сфері розвитку новітніх зелених технологій є Німеччина.

Проте, це не лише плани. Частка альтернативної енергетики за останні 15-20 років в енергетичних балансах розвинених країн уже дося-

гла 50-80%. За підтримки держави активно розвиваються нові виробництва, створюється нове обладнання, будуються сонячні та вітрові станції, модернізуються системи тепlopостачання та водopостачання. Вся ця робота здійснюється у відповідності до суворих екологічних стандартів, модернізуються шкідливі виробництва на основі енергозберігаючих технологій та їх екологізації, нових чистих технологій транспортної та логістичної інфраструктури. Світ прагне зберегти екосистему і перейти до використання нових видів енерго- і теплозабезпечення. Міста розвинених країн змагаються за отримання звання енергоефективних, зелених і розумних.

В українському енергетичному балансі, незважаючи на прийняту енергетичну стратегію до 2020 року, де значиться показник 20% , альтернативна енергетика становила всього 1%. Проте зміна цінової політики на енергоринку зробила досить потужний поштовх у розвитку альтернативної енергетики. Не зважаючи на відсутність державних зобов'язань та недостатній рівень фінансування у порівнянні з європейськими країнами, Україна сьогодні займає одне з лідируючих позицій по запуску нових фотоелектричних станцій в Європі. За даними національного агентства по енергоефективності та енергозбереження України, у 2016 році введено в експлуатацію 99,1 МВт потужностей фотоелектричних сонячних станцій. Загальна потужність фотоелектричних станцій становила 530 МВт. Це майже в 10 раз більше, ніж у 2015 році.

Поряд з цим напрямком, більш повільними темпами розвиваються й інші види альтернативної енергетики: вітроенергетика, геотермальні системи, гідроенергетика. Загальної ваги енергоефективності додають технології утеплення будівель, автоматизація процесів, нові технологічні розробки, що зменшують енергетичні затрати.

Поряд з науково-технологічним та економіко-організаційним факторами, енергозбереження повинно реалізовуватися і в свідомості кожного громадянина. А завдання формування свідомого енергозбереження під силу лише освіті. Проте, не варто вводити додатковий навчальний предмет чи розробляти нові методики. Найбільш природним буде постійний наскрізний наголос у всіх існуючих програмах на головному принципі енергозбереження: «якщо не використовуєш – вимкни».

## **Література**

1. Глобальні кліматичні зміни на планеті [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://newecolife.com.ua/news/108-globaln-klmatichn-zmni-na-planet.html>
2. Про проблеми та наслідки глобальної зміни клімату на Землі. Ефективні шляхи вирішення проблем [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://allatra.org/uk/pages/climate>
3. Україні потрібна зелена енергетика [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uspp.ua/chomu-ukra%D1%97n%D1%96-potr%D1%96bna-zelena-modern%D1%96zac%D1%96ya.html>

## ДЕЯКІ ПИТАННЯ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛІЗУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЇ

**Касперський А.В.**

*доктор педагогічних наук, професор*

**Кучменко О.М.**

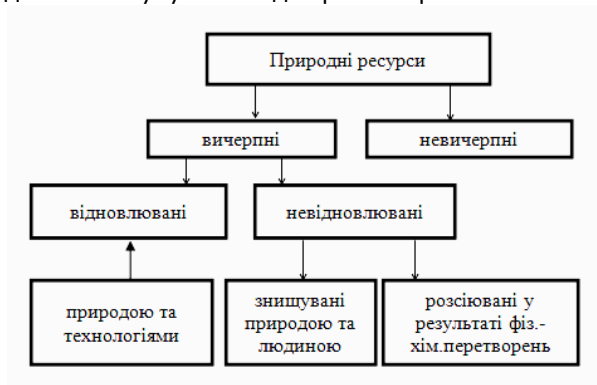
*кандидат педагогічних наук*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Природа, безумовно, є джерелом забезпечення життєдіяльності людини, матеріальних і духовних потреб. Людство існує і розвивається в умовах неперервного обміну речовинними, енергетичними та інформаційними потоками в оточуючому середовищі, що становить сукупність фізичних та соціально-економічних компонентів.

Фізичне середовище, і це очевидно, має дві складові: природну і технічну. Внаслідок активної ролі людини в системі «людина - оточуюче середовище» суттєво знижується частка природного фізичного компоненту за рахунок виробничої діяльності людини, змінюється біогеоценоз. Науковими дослідженнями доведено, що порушення будь-якого елементу викликає ланцюгову реакцію в системі.

Поряд з цим не викликає сумніву вичерпність природних ресурсів, а тому необхідності пошуку нових джерел енергії.



*Рис.1. Класифікація джерел енергії*

Протягом тривалого часу основними джерелами енергії в промисловості залишаються горючі викопні природні джерела, продукти переробки, енергія води, біомаси та ядерного палива. При цьому світові запаси палива оцінюються як  $1,28 \cdot 10^{13}$  т. умовного палива (УП): вугілля  $1,12 \cdot 10^{13}$  т., нафти  $7,4 \cdot 10^{13}$  т., природного газу  $6,3 \cdot 10^{13}$  т. УП, а сукупне використання енергії приблизно 3,35 Мвт на рік.

Отже, енергоресурси можна розділити на первинні, вторинні, відновлювані та невідновлювані та ін. На даний час людство споживає за рік

$22,1 \cdot 10^{19}$  Дж енергетичних ресурсів, що відповідає  $9,0 \cdot 10^9$  т. УП, з них 70% повертається в оточуюче середовище тепловими витратами.

Також, при спалюванні хімічного палива в атмосферу викидається  $20 \cdot 10^9$  т. оксиду карбону.

Споживання енергії людством залежить від історичного ступеня розвитку суспільства. І таке споживання, не дивлячись на відомі з XIX століття предостороги, зокрема, в роботах В.Н.Каразіна, О.В.Вінтера, П.П.Лазарева про необхідність альтернативних джерел.

Зростання спожитої енергії людством характеризують такі дані: у первіснообщинному суспільстві споживання становило  $2,1 \cdot 10^2$  Дж/с, з розвитком виробництва  $5,8 \cdot 10^2$  Дж/с, у середньовіччі  $2,2 \cdot 10^3$  Дж/с, в XX столітті  $4,1 \cdot 10^2$  Дж/с, а на даний час промислове виробництво потребує  $11,4 \cdot 10^2$  Дж/с.

Частка промислового виробництва 39,5%, а харчування 4,4%.

Життя на Землі органічно пов'язане з використанням води як зовнішнього так і внутрішнього для живої природи джерела існування.

Світовий запас води становить  $1,4 \cdot 10^{15}$  м<sup>3</sup>, але лише 0,027% припадає на прісні континентальні води.

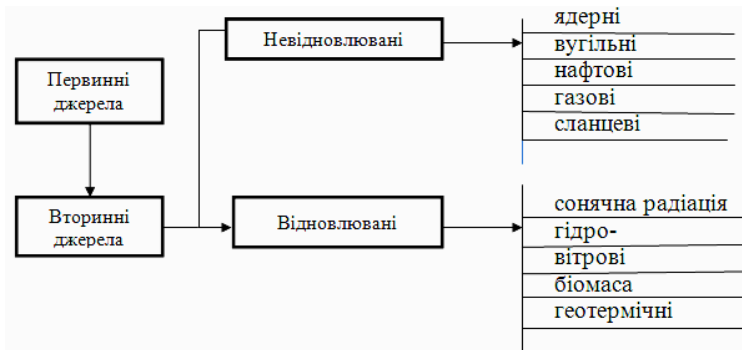


Рис.2. Класифікація джерел енергії за походженням

Промисловість використовує 13% всього стоку рік, скидаючи у водойми  $6,1 \cdot 10^{11}$  м<sup>3</sup>, стоків, що інтенсивно забруднює гідросферу. Для подальшого використання ресурсів прісної води стає вкрай необхідним її фізико-хімічна очистка сорбційними засобами і пошуком ефективних сорбентів.

Отже, питання енергозбереження і пошук альтернативних її джерел є проблема комплексна і розв'язання її потребує спільних зусиль людства.

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ У КОНТЕКСТІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ

**Компанець Е.В.**

*кандидат сільськогосподарських наук  
НПУ імені М.П.Драгоманова*

Під енергоефективністю розуміють ефективне (раціональне) використання енергетичних ресурсів. С точки зору технологічних процесів, це споживання меншої кількості енергії для забезпечення того ж рівня процесів, що і використовувалися до введення ефективних заходів, наприклад, у будівництві – це, вперш за все, скорочення теплових втрат. Роботи з енергоефективності лежать у площині таких напрямків як економіка, інженерія і екологія.

Питання, пов'язані з енергоефективністю, суттєво відрізняються від енергозбереження, при якому, замість раціонального використання енергії за рахунок більш прогресивних технологій, їде звичайне зменшення енергоспоживання, при старих технологіях споживання енергії. Ефективність використання енергії визначається «показником енергетичної ефективності», який оцінює споживання або втрати енергетичних ресурсів.

На скільки важлива сьогодні енергоефективність в промисловій і будівельній сфері, транспорті, освітленні вулиць і приміщень в рамках загальних екологічних проблем? Останнє десятиліття демонструє нам небезпечні для людства кліматичні зміни, які загрожують, як стихійними явищами, так і нестачею прісної води і втратою земель сільськогосподарського призначення. Головною причиною є надмірна кількість в атмосфері оксиду карбону ( $\text{CO}_2$ ), що вивільняється при спалюванні широко використовуваних вуглеводнів. Загрозою також є те, що населення планети зростає і потребує все нових ресурсів, в тому числі і енергетичних. Якщо все залишити так «як є», то доля переважної частини людства вирішиться дуже скоро колапсом економік, голодом і війнами за рештки ресурсів. Єдиною альтернативою є раціональне використання природних ресурсів і енергоефективність. І, як би кому не хотілося, а світову систему енергетики мусимо перебудувати на альтернативні джерела енергії: вітру, сонця, геотермальних джерел, енергії морських хвиль і течій, водню та інших. Мало того, потрібно буде знайти ефективні засоби вловлювання оксиду карбону з повітря і почати процес повернення до початкового стану атмосфери. Така стоїть задача і для України, як частини всього людства. Для нас вона, навіть стала більш потрібною, с початком військових дій з боку Росії, раніше головного постачальника енергетичних ресурсів. Наша енергонезалежність разом з енергоефективністю надасть поштовх в економіці, надасть нові робочі місця на виробництвах вітрогенераторів, сонячних панелей, іншого обладнання для нових станцій, що будуть використовувати альтернативні джерела енергії. Будуть створені робочі місця в галузі будівництва таких електростанцій та їх обслуговування. Отримана таким шляхом чиста енергія покращить стан атмосфери.



Вже зараз практично всі відомі автомобільні компанії світу навипередки пропонують свої розробки електромобілів і ставлять у плани їх масовий випуск найближчим часом. Розробляються також і літаки на сонячних панелях. Деякі вже літають, як прототипи нових технологій майбутнього.

В освітленні енергоефективні технології застосовуються у використанні заощадливих світлодіодних ламп, в опаленні – в застосуванні інфрачервоного світла і кращих методів теплоізоляції приміщень і теплопроводів.

Для населення такі заходи мають суттєві вигоди через значне скорочення комунальних витрат, для країни досягається економія ресурсів, підвищення ефективності промисловості, її конкурентоздатності, для екології – обмеження викиду парникових газів в атмосферу, для енергетичних компаній – зниження витрат на паливо і передавання енергії до споживача.

На міжнародному рівні енергоефективність регулюється міжнародним стандартом ISO 50001. Політику енергоефективності більшість розвинених країн почала впроваджувати ще у 1970-х роках, приймаючи відповідні державні програми. Світова промисловість за рік сьогодні споживає близько 40% первинних енергоресурсів, викидаючи в атмосферу також біля 40% оксиду карбону (CO<sub>2</sub>) – головного парникового газу.

Міжнародна енергетична агенція зробила оцінку енергоефективності в Україні в 2014 році. Вона склала 60% від рівня ЄС. Агенція дала інформацію про те, що дві третини потенціалу енергозбереження припадає на промисловість і житловий сектор. За оцінками Світового Банку, при проведенні заходів по енергоефективності в централізованому тепlopостачанні, в Україні ціни на оплату за опалення зменшаться на 40%. При проведенні комплексних робіт в сільському господарстві, промисловості, сфері послуг і будівництві, житловому секторі та трансформації на ТЕС, економія енергоресурсів оцінюється в 27 млн. т нафтового еквівалента, що відповідає майже 30 млрд. м<sup>3</sup> природного газу. Потенціал енергоефективності України в цьому випадку складає більше 10 млрд дол. США. Звісно, за цей час багато чого змінилося в економіці, але питання досі не вирішено. І скорочення розриву з енергоефективності з країнами ЄС відбувається занадто повільно.

Відомо, що на будівництво та експлуатацію будівель у розвинених країнах витрачається близько половини всієї виробленої енергії, у країнах, що розвиваються – близько третини, в основному за рахунок меншої кількості побутової техніки. Але з покращенням рівня життя, збільшується і енергоспоживання і потреба в виробництві енергії. Світ не стоїть на місці, тому так необхідно розвивати видобуток чистої енергії.

В Україні у 2017 році був прийнятий та підтриманий екологами Закон про енергоефективність будівель, який визначає правові, соціально-економічні та організаційні засади діяльності у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель і спрямований на зменшення споживання енергії у будівлях. За цим законом визначаються основні засади держав-

ної політики України в цій сфері, а це: забезпечення відповідного рівня енергоефективності будівель відповідно до технічних регламентів, національних стандартів, норм і правил. Закон про енергоефективність будівель направлений на стимулювання заходів по зменшенню споживання енергії у будинках; а тим самим і забезпечення скорочення викидів парникових газів у атмосферу. Стан економіки змушує владу приймати заходи і створювати умови для залучення інвестицій в сфері будівництва; забезпечення теплоізоляції будівель, заохочення населення і енергетичних компаній використовувати відновлювані джерела енергії; а також, розроблення та реалізацію національного плану по збільшенню кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії.

В ЄС питання енергоефективності будівель визначаються обов'язковими стандартами, що були прийняті Директивою Європейського Союзу у 2002 році і постійно переглядаються у бік посилення, та підштовхують до розробки нових технологій. Обсяг споживання всієї енергії країнами ЄС розподіляється таким чином: 47% іде на сферу послуг, 31% - на транспорт та 28,8% - на потреби промисловості. Якщо розглядати напрямки, що найбільше розвивається, то в ЄС це є освітлення - 22% всіх проєктів. Активно замінюється освітлювальне обладнання на енергоефективне із заходами керування, відповідно до природних умов освітлення. Також в системи подавання тепла впроваджуються більш ефективні ізоляційні матеріали, котли з оптимізаційними режимами керування.

Україна в енергоефективності намагається догнати розвинені країни світу. В листопаді 2017 року Кабінет Міністрів України схвалив енергетичну стратегію на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», в якій планується зменшити енергоємність української економіки до 2035 року вдвічі.

## Література

1. Постанова КМ Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2020 роки, від 1.03.2010 р. №243 <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF/page>
2. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2020 роки, від 1.03.2010 р. № 243 <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF/page>
3. Закон України Про енергетичну ефективність будівель / Відомості Верховної Ради (ВВР). - 2017, № 33. - С.359.

## **ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**Шевченко В.В.**

*кандидат педагогічних наук, професор  
НПУ імені М.П.Драгоманова*

В даний час існують відмінності в розумінні концепції енергетичної безпеки, які в цілому обумовлені різними позиціями окремих країн або економічних спільнот на міжнародних енергетичних ринках. Енергетична безпека, безсумнівно, є спільною метою як споживачів, так і постачальників, хоча ці учасники ринку часто мають дуже різні інтереси. Історично поняття енергетичної безпеки виникло в країнах-імпортерах енергетичних ресурсів.

Європейські експерти у визначенні енергетичної безпеки й на сьогодні підкреслюють власне безпеку в питаннях постачання ресурсів. Для Європейського Союзу особливо важлива безпека постачання, що в умовах надзвичайно високої залежності від імпорту означає забезпечення надійного і стабільного постачання вуглеводнів за доступними та прийнятними цінами. З іншого боку, Україна, яка є великим споживачем енергетичних ресурсів і одночасно одним з основних постачальників останніх на світовий ринок, притримується більш комплексного розуміння енергетичної безпеки, включаючи бездонність попиту та пропозиції.

За думкою Є. А. Боброва, енергетична безпека повинна інтегрувати інтереси всіх сторін - споживачів, постачальників і транзитерів [1, с. 177]. Ця точка зору здійснює вплив на енергетичну дипломатію, яка підтримує довгострокові контракти і, отже, розподіл ризиків між постачальниками і споживачами. Україна переслідує свою стратегію по досягненню енергетичної безпеки шляхом збільшення ролі держави в сфері стратегічних сировинних ресурсів і енергетичної інфраструктури. Обмеження на іноземні інвестиції у видобуток нафти і газу є важливим елементом цієї стратегії.

Геополітичне розміщення нафти і газу - двох ключових енергетичних ресурсів, які в даний час є, поряд з вугіллям, найбільш важливими джерелами енергії - на відміну від їх споживання дуже нерівномірне. Ці факти визначили включення останніх до списку товарів що найбільше купуються. Нині недостатня увага приділяється фінансуванню геологорозвідувальних робіт, що є необхідною умовою збільшення рівня забезпечення України власними нафтою і газом. Слід відзначити, що обсяги глибокого розвідувального буріння на нафту і газ протягом останніх років скоротилися проти 1991 р. у 5 разів, а приріст запасів вуглеводної сировини - у 3 рази. Як свідчить досвід, для забезпечення стабільного видобутку нафти і газу та його нарощування необхідно, щоб приріст запасів щонайменше у два рази був вищий за річний видобуток. Недостатнє проведення геологорозвідувальних робіт може призвести до зменшення видобутку нафти й газу в майбутньому. Однак навіть уже розвідані запаси цих енергоносіїв дають змогу збільшити такий видобуток мінімум удвічі, що дало б змогу економити більше двох мільярдів доларів США щорічно.

У сучасному глобалізованому світі важливим фактором є стрімке зростання попиту на енергоресурси з боку країн, що економічно швидко розвиваються - Азії, особливо Китаю. У цьому контексті деякі економісти [2, с. 29] вказують, що конфлікти відносно енергетичних ресурсів будуть виникати все частіше і стануть значно частішими. Метою дослідження є аналіз окремих питань зміцнення енергетичної безпеки Європейського Союзу у ХХІ ст. з акцентом на диверсифікації джерел енергії і маршрутів поставок, використання відновлюваних джерел енергії та енергозбереження.

Енергетична безпека ЄС багато в чому залежить від імпорту вуглеводнів з країн, що не входять до союзу. Зовнішня залежність і тиск на скорочення споживання нафти і газу визначають багато ідей Європейської комісії на завдання в цій галузі, що є частиною стратегічного документа «Європа-2020». Разом з тим, спираючись на чіткі зобов'язання із забезпечення транспарентності та збільшуючи частку нетрадиційних енергоносіїв, ЄС спроможний зберегти і посилити свої позиції, допомагаючи своїми методами «м'якої сили» сусіднім країнам Східноєвропейської периферії, зокрема, і Україні. Поширення європейських енергетичних стандартів на українське законодавство здатне суттєво підвищити опортуністичність України до спроб політизувати міждержавні відносини в сфері енергетики, а долучення до загальноєвропейського ринку - зменшити непрозорість внутрішнього, в першу чергу газового ринку. В перспективі, це ще один шанс Україні отримати ідентифікатор «свій» для ЄС.

Енергетична стратегія ЄС на 2010-2020 роки характеризуються зосередженістю на вирішенні внутрішніх проблем організаційного характеру, наявність низки вимог до учасників енергоринку, однак без суворих зобов'язань, і обмеження спроможності протистояти активній експансіоністській енергетичній політиці третіх країн.

Незважаючи на те, що це входить в компетенції держав-членів ЄС і вважається питанням, що стосується національного суверенітету [3, с. 55], поступово об'єднання енергетичних ринків в рамках ЄС в єдиний блок призведе до переходу деяких питань енергетичної політики в рамки енергетичної порядку денного ЄС. Основи сучасної енергетичної політики Союзу заклала перш за все «Зелена книга: Європейська стратегія для стійкої, конкурентноспроможної і безпечної енергії», яка визначила і конкретні передумови по реалізації енергетичної політики, наприклад, завершити формування внутрішнього ринку природного газу і електроенергії, гарантувати безпеку постачань і солідарність між державами-членами, провести в Союзі дебати про різні джерела енергії, зміцнити загальну зовнішньоенергетичну політику і т.п. Європейський Союз основою енергетичної безпеки вважає лібералізацію енергетичного ринку, який в минулому суворо регулювався. Досягненню цієї мети має сприяти розвитку здорової конкуренції.

Енергетика України функціонує в складних умовах, пов'язаних з нестабільною ситуацією в країні. Більшість показників енергетичної безпеки країни знизилася порівняно з 2011 р. і сьогодні перебуває на межі між небезпечним і критичним станами.

Прискорений розвиток вугільної промисловості України вбачається гарантом її енергетичної та економічної незалежності, а тому потребує фінансової підтримки держави. [5]. Окремі твердження про недоцільність розвитку вугільної промисловості із-за низьких якісних характеристик власного вугілля, економічної не вигідності його використання, великих матеріальних і фінансових витрат є не досить обґрунтованими в контексті національної безпеки. Зважаючи на значні запаси в нашій державі вугілля, цей стратегічний ресурс може сприяти піднесенню рівня забезпечення енергетичної безпеки України.

### **Література**

1. *Бобров Є. А.* Енергетична безпека держави. – К.: ВНЗ "Університет економіки та права "Крок", 2014. – 308 с.
2. *Косевцов В., Бінько І.* Національна безпека України: проблеми та шляхи реалізації пріоритетних національних інтересів : Монографія. - К. : НІСД, 1996. – 53 с. - (Сер. "Нац. безпека"; Вип. 1).
3. *Халатов А. А.* Енергетика України: сучасний стан і найближчі перспективи. Вісник НАН України, 2016. № 6. С. 53—61.]
4. УКАЗ ПРЕЗИДЕНТА УКРАЇНИ №37/2017 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 16 лютого 2017 року «Про невідкладні заходи з нейтралізації загроз енергетичній безпеці України та посилення захисту критичної інфраструктури»

## **ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Шкіль С.О.**

*викладач 1 категорії*

*ПКНГ ПолтНТУ імені Ю.Кондратюка*

**Кітура О.В.**

*викладач 2 категорії*

*ПКНГ ПолтНТУ імені Ю.Кондратюка*

На сьогоднішній день, в умовах зростаючого попиту на енергетичні ресурси та зменшення запасів традиційних видів палива особливо гостро постає питання про застосування енергоефективних та енергозберігаючих технологій, використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії.

Останніми десятиліттями перед багатьма країнами, серед яких і Україна гостро постала проблема екологічної рівноваги в системі «людина-довкілля». Одним з економічно та екологічно важливих факторів довкілля є геологічне середовище – мінеральна основа біосфери та основний постачальник енергетичних ресурсів. Україна належить до країн, які мають суттєвий вплив на глобальну екологічну ситуацію за рахунок високого ресурсо- та енергоспоживання основними галузями господарського комплексу.

Використання будь-якого виду енергії та виробництво електроенергії традиційними методами супроводжується руйнуванням навколишнього середовища та вичерпанням природних ресурсів, що тягне за собою й неминучі економічні збитки. Цілковито природно постає питання чи завжди ці процеси повинні супроводжуватись негативними екологічними та економічними наслідками? Енергетика є одним з основних забруднювачів довкілля. З усіх впливів на навколишнє природне середовище та населення країни наймасштабнішими та найнебезпечнішими є газопилові викиди підприємств паливно-енергетичного комплексу.

Нафтові та газові кризи, погіршення екологічної ситуації змусили суспільство шукати шляхи задоволення своїх енергетичних потреб у використанні нетрадиційних джерел енергії, впровадженні на державному рівні енергоефективних та енергозберігаючих технологій. Енергоефективність означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання вже існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог з охорони навколишнього природного середовища.

Сприяння поширенню альтернативних джерел енергопостачання в нашій державі відбувається як на місцевому, так і на загальнодержавному рівні. Зокрема, згідно з Законом України «Про альтернативні джерела енергії», основними засадами державної політики у сфері альтернативних джерел енергії є [2, 3]:

- нарощування обсягів виробництва та споживання енергії, виробленої з альтернативних джерел з метою економічного витривання традиційних паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від їх імпорту шляхом реструктуризації виробництва і раціонального споживання енергії за рахунок збільшення частки енергії, виробленої з альтернативних джерел;
- додержання екологічної безпеки за рахунок зменшення негативного впливу на стан довкілля при створенні та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;
- додержання безпеки для здоров'я людини на об'єктах альтернативної енергетики на всіх етапах виробництва, а також при передачі, транспортуванні, постачанні, зберіганні та споживанні енергії, виробленої з альтернативних джерел;
- науково-технічне забезпечення розвитку альтернативної енергетики, популяризація та впровадження науково-технічних досягнень у цій сфері, підготовка відповідних фахівців у вищих та середніх навчальних закладах;
- додержання законодавства всіма суб'єктами відносин, пов'язаними з виробництвом, збереженням, транспортуванням, постачанням, передачею і споживанням енергії, виробленої з альтернативних джерел;

- додержання умов раціонального споживання та економії енергії, виробленої з альтернативних джерел;
- залучення вітчизняних та іноземних інвестицій і підтримка підприємства у сфері альтернативних джерел енергії, в тому числі шляхом розробки і здійснення загальнодержавних і місцевих програм розвитку альтернативної енергетики.

До сучасних технологій виробництва нетрадиційних джерел енергії з метою енергозбереження слід віднести [1, 203-209]:

- використання відходів сільськогосподарської продукції для отримання біогазу як палива;
- використання сонячної енергії для систем тепlopостачання за допомогою колекторів і систем пасивного сонячного опалення;
- використання геотермальної води для тепlopостачання;
- використання енергії вітру;
- використання енергії малих річок;
- використання теплових насосів малої та середньої потужності для тепlopостачання окремих будинків і утилізації теплових викидів;
- виробництво біодизельного палива.

Виробництво енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива визначене в Україні одним з пріоритетних напрямів державної політики, та передбачає декілька способів розв'язання даної проблеми [4, 2-3]:

- розроблення і виконання окремих галузевих та регіональних програм енергоефективності;
- продовження роботи з виконання Комплексної державної програми енергозбереження України і Програми державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики;
- розроблення і виконання Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива.

Шляхи вирішення проблем енергозбереження умовно можна поділити на організаційний, технічний та психологічний, але найбільш ефективними є комплексні заходи.[3, 11-12]

Стимулювання виробництва та споживання енергії виробленої з альтернативних джерел здійснюється відповідно до законодавства шляхом: [2, 9]

- застосування економічних важелів і стимулів передбачених законодавством про енергозбереження та охорону довкілля, з метою розширення використання альтернативних джерел енергії;
- створення сприятливих економічних умов для спорудження об'єктів альтернативної енергетики;

- встановлення «зеленого» тарифу для кожного суб'єкта господарювання, який виробляє електричну енергію з альтернативних джерел енергії та для кожного об'єкта електроенергетики або для кожної черги будівництва електростанції.

Отже енергозбереження зменшує споживання енергетичних послуг, а його результатом може бути зростання якості довкілля, національної безпеки та особистої фінансової незалежності, використання відновлюваних та альтернативних джерел енергії в умовах енергодефіцитності та енергоємності вітчизняної економіки, важкого економічного становища країни та політичного фактору є неминучим, що робить дослідження економічного та екологічного ефекту від реалізації цих заходів важливим теоретичним та практичним завданням.

### Література:

1. Білявський Г. О. Основи екології: теорія та практикум: Навч. Посібник/ Білявський Г. О., Бутченко Л. Г. // К.: Лібра. – 2006.- 326 с.
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [Електронний ресурс]. – 2003. Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.
3. Дудар І. Н. «Енергетична галузь України. Сьогодення і пріоритети розвитку» / Дудар І. Н., Швець В. В.// Екологічний вісник листопад-грудень. – 2004. – С. 11–12.
4. Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2017 роки [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/243-20>
5. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія. / Адаменко О.М., Височанський В., Льотко В., Михайлів М. – Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. – 432 с.
6. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]. – 1994. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94>.

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

**Назаренко А.М.**

*студент 2 курсу ІПФ*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Відомо, що природні енергоресурси такі як вугілля, нафта, газ мають високий коефіцієнт корисної дії. Ці джерела енергії відносяться до традиційних. Їх використання супроводжують налагоджені технології видобутку, транспортування і переробки. На ці види палива націлені більшість енергетичних машин. Проте подальше використання викопного палива в якості єдиного джерела енергоресурсів зіштовхується з рядом проблем серед яких: їх вичерпність, нерівномірність розташування родовищ на планеті, системне зростання цін, екологічна шкода яка завдається навколишньому середовищу результатом чого виникає явище парникового ефекту та глобального потепління на планеті. Ці обставини спонукали



економічно розвинені країни впродовж останніх десятиліть приділяти значну увагу реалізації енергоефективних технологій та пошуком альтернативних джерел енергії. Україна також реалізує ряд державних програм завданням яких є створення енергетичних парків, та впровадження сучасних технологій отримання альтернативних видів енергії.

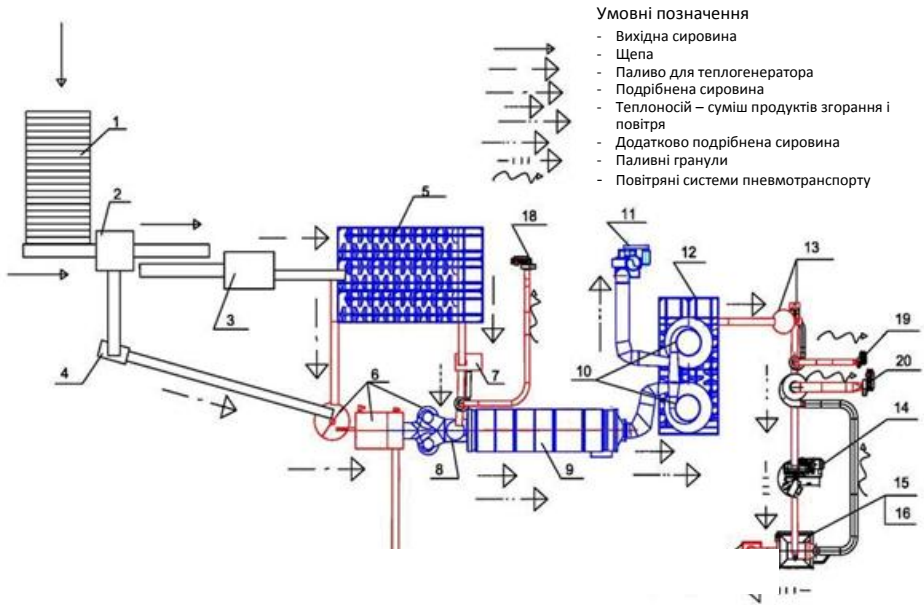


Рис. 1. Схема технологічної лінії виробництва паливних брикетів  
 1 – подрібнювач ланцюговий; 2 – охоронний верстат; 3 – рубальна машина;  
 4 – корорубка; 5 – склад щепи; 6 – теплогенератор; 7 – дробильня; 8 – бункер сушильного агрегату; 9 – сушильний барабан; 10 – циклон сушильного барабану; 11 – димосос; 12 – склад сухої сировини; 13 – Дробильня з бункером-дозатором; 14 – прес-гранулятор; 15 – охолоджувач гранул; 16 – вібросито; 17 – пакувальник гранул; 18 – 18, 19, 20 Вентилятори системи пневмотранспорту.

На мій погляд одна з актуальних технологій, яка досить швидко окупиться є виробництво паливних брикетів та пелетів із вторинної сировини. В якості сировини можна використовувати органічні відходи (сухостій, старі та повалені дерева у лісосмугах, гілля на лісопвалах, чагарники та дрібнолісся, стерню та солому, яка залишається після збирання урожаю.

Принципова схема установки для виготовлення пелет представлена на Рис.1. Сировина (тирса, солома тощо) надходить в дробарку, де подрібнюються до стану муки. Отримана маса надходить в сушарку, а потім – у прес-гранулятор, де деревну муку пресують у гранули. Стиснення під час пресування підвищує температуру матеріалу. Лігнін, який міститься в деревині розм'якшується і склеює частки в щільні циліндри.

На виробництво однієї тонни гранул йде 3-5 кубометрів деревних відходів природної вологості.

Використання пелет сприяє зниженню шкідливих викидів в атмосферу, адже деревне біопаливо визнано  $\text{CO}_2$  - нейтральним, тобто під час його спалюванні кількість виділеного в атмосферу вуглекислого газу не перевищує обсяг викидів, який би утворився шляхом природного розкладання деревини (див. табл.1). Деревні гранули мають велику теплотворну здатність. Енергомісткість одного кілограму деревних гранул відповідає 0,5 літра рідкого дизельного палива; також рівень енергомісткості грану не поступається за теплотворною здатністю ні вугіллю, ні мазуту.

Кожні 10 кг пелет заміщують практично таку ж кількість вугілля. При порівнянні з дровами цей показник складає 10:16. До того ж дрова займають під час транспортування лише біля 35 л загального об'єму. Все інше – пустоти. Для зберігання пелет потрібно набагато менше місця, адже в об'ємі практично немає порожнин.

Як один із плюсів в розвитку даного напрямку енергозбереження, потрібно відзначити і відносну простоту модернізації системи опалення – варто лише замінити (або додати другий) котел, який, до речі, функціонує як в закритих системах опалення (під тиском) так і у відкритих системах (природна циркуляція теплоносія). Сучасна промисловість пропонує широку лінійку твердопаливних котлів із різноманітним набором функцій і додаткових опцій, які значно полегшують експлуатацію та дещо збільшують вартість даних апаратів, так що вибір лише за нами.

Сьогодні, господарства, які вже модернізували власні системи опалення, мають можливість використовувати різні види палива. Виробництво пелет створило передумови для переходу (або паралельного застосування) альтернативного палива. Також в місцевостях де в якості палива використовують дрова доцільно розглянути можливість переходу на використання пелетів, знову ж таки через великий ККД котлів. Пеллет для опалення необхідно значно менше ніж деревини. До того ж обслуговування обладнання мінімальне. Завантаження пал лет здійснюється раз на тиждень.

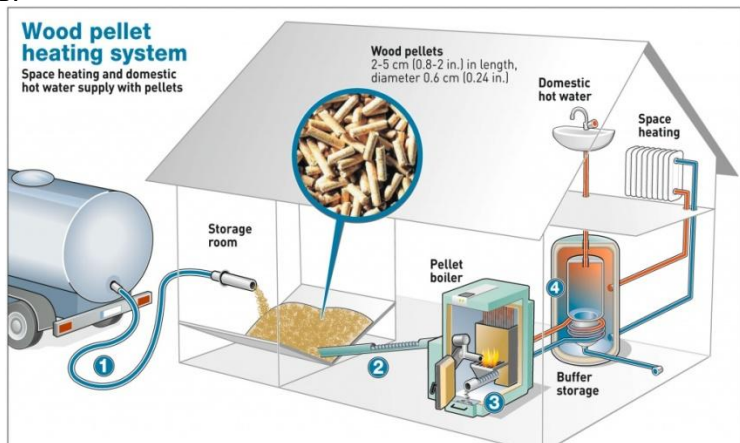


Рис. 2. Принципова схема роботи системи опалення на пелетах

Завдяки таким властивостям пеллет як низька вартість, безпечність у використанні, транспортуванні і зберіганні, компактності, екологічності технологія отримала широке визнання серед споживачів і сьогодні використовується у побуті (приватні оселі) громадські установи (школи, лікарні...) і в промисловості.

Отже, використання опалювальних систем, які в якості палива використовують пеллети здешевлює вартість теплової енергії та забезпечує верифікацію поставників, вирішує ряд проблем екологічного характеру (очищаються території від залишків біологічних решток).

**Використано інформацію сайтів:**

1. Біопаливо та котли України Електронний ресурс: <http://bio.ukrbio.com>;
2. EcoTown - спеціалізований ресурс про альтернативну енергетику в Україні. Електронний ресурс: <http://ecotown.com.ua>

## **ЗМІНА АДСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АКТИВОВАНИХ ВУГІЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ВНАСЛІДОК ДІЇ УЛЬТРАЗВУКУ**

**Бордун І.М.**

*кандидат фіз.-мат наук, доцент  
НУ «Львівська політехніка»*

**Садова М.М.**

*аспірант  
НУ «Львівська політехніка»*

**Пташник В.В.**

*кандидат технічних наук, в.о. доцента  
Львівський НАУ*

**Рагузін В.Ю.,** магістрант

*НУ «Львівська політехніка»*

Масштаби та інтенсивність розвитку промисловості та сільського господарства України спричинили загострення екологічної ситуації, потреба вирішення якої стає все більш актуальною. Одноразове використання матеріалів та ресурсів призвело до масового накопичення відходів та утворення стійких забруднювачів природного середовища, зокрема плютантів. Стічні води промислових підприємств машинобудування, металургії та інших галузей, в яких використовуються процеси травлення і гальванічної металообробки, характеризуються складним змінним хімічним складом і високою токсичністю. В даний час для очищення стічних вод гальванічного виробництва застосовують механічні, хімічні, фізико-хімічні методи, і навіть дорогі електрохімічні [1, с. 190]. Більшість з них є енергоємними, складними у виконанні і орієнтуються на імпорфтне обладнання і дефіцитні реагенти. Тому в сучасних економічних умовах пріоритет повинен бути відданий таким методам очищення, які, будучи ефекти-

вними, спиралися б на використання недорогої місцевої сировини і відходів промислового виробництва, тому чималий інтерес викликають вуглецеві матеріали рослинного походження, а особливо їх відходи, які утворюються під час переробки [2, с. 9]. У деяких випадках вуглецеві адсорбенти, одержані з цих відходів, внаслідок карбонізації та активації набувають унікальних властивостей. Недоліком основних методів активації є висока зольність та низька сорбційна активність отриманого вугілля. Тому на перше місце в технологічних процесах починають виходити методи модифікації вже отриманих вуглецевих матеріалів. Зміна адсорбційних та інших властивостей активованого вугілля залежить від методу активації та характеристик використовуваної сировини.

Для дослідження використано вугілля Norit DLC Supra, Norit DLC Super, БАУ-А, а також активоване вугілля з кукурудзи та жому. Основний метод модифікації вугільного матеріалу – ультразвукове опромінення.

Вихідне вугілля подрібнювали механічним способом, просівали та відбирали фракції з розміром частинок 80–90 мкм. Підготовлене таким чином вугілля поміщали у реактор ультразвукової установки ВАКУ-9050 та заливали дегазованою дистильованою водою для дослідження впливу ультразвуку у кавітаційному режимі з частотою 42 кГц. Тривалість впливу ультразвуку становила 10 хв за потужності випромінювання 30 Вт. Далі вугілля відфільтровували та просушували за температури 100 °С. За допомогою механічного сепаратора відбирали фракцію 40-63 мкм з якої виготовляли таблетку діаметром 15 мм та висотою 3-4 мм з додаванням 15 % зв'язуючого компоненту – полівінілдентофториду. Зразки експонували впродовж доби у нафті, дизельному паливі або гасі та визначали масу після експозиції. Поглинання нафти, гасу та дизпалива визначали як відношення маси поглинутої речовини до початкової маси вугілля у зразку.

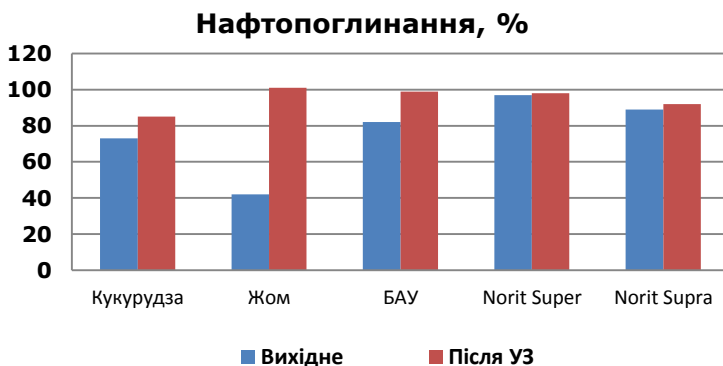


Рис. 1. Зміна нафтопоглинання різних видів вугільних матеріалів.

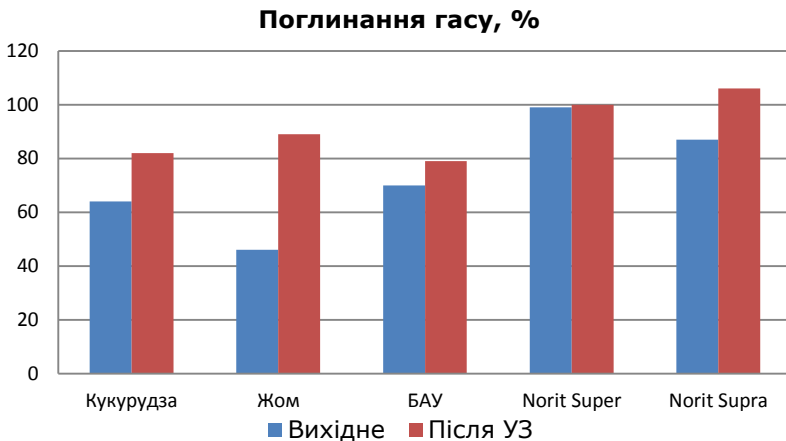


Рис. 2. Зміна поглинання гасу різними видами вугільних матеріалів.

Встановлено, що ультразвук покращує адсорбційні властивості вугільних матеріалів. Встановлено, що вплив ультразвуку на поглинання нафти та гасу був найбільшим для вугілля з жому. Вплив ультразвуку на величину адсорбції дизпалива є незначним, проте для активованого вугілля з кукурудзи проявляється істотне зростання адсорбційних характеристик. Таку неоднозначність отриманих результатів можна пояснити тим, що зміна характеристик внаслідок ультразвукової обробки вугільних матеріалів залежить від типу вихідної сировини, хімії поверхні матеріалу, складу кисневмісних поверхневих груп та ряду інших структурних властивостей [3, с. 246]. Для зразків марки Norit DLC Supra та Norit DLC Super ультразвук спричинив найменше збільшення адсорбційних властивостей матеріалу, а у випадку з поглинанням дизпалива навіть зменшив їх.

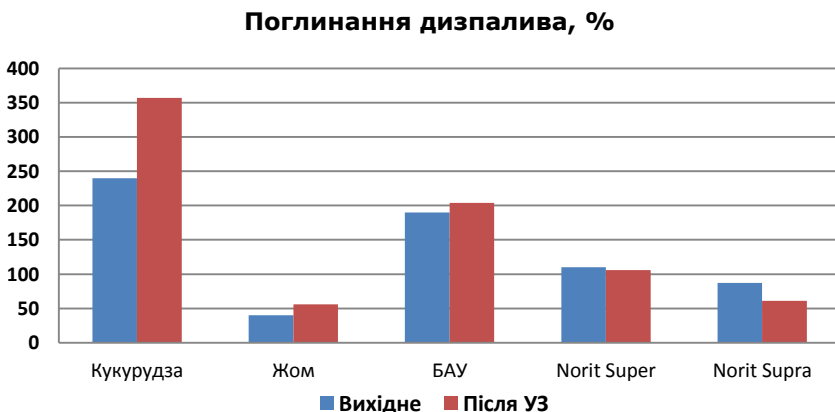


Рис. 3. Зміна поглинання дизпалива різними видами вугільних матеріалів.

Внаслідок дії ультразвуку змінюється поверхня активованого вугілля, тому використання даних матеріалів як адсорбентів є перспективним для очистки природних об'єктів від забруднень нафтою та нафтопродуктами, наприклад, в якості наповнювача для бонових загород із сорбуючим елементом. Отже, рослинні відходи можуть стати заміниками багатьох матеріалів, оскільки за структурою вони мають комплекс властивостей, що дають змогу отримати з них практично всі ті ж матеріали, що і синтезують з нафти і газу.

Таким чином у даній роботі вирішується важливе завдання – відходи переводяться в розряд вторинних матеріальних ресурсів, що є актуально в екологічному аспекті.

### Література

1. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології // К.: Либідь – 1995. –368 с.
2. Жилина М. В., Карножицкий П. В. Актуальность исследования процесса карбонизации для получения активированного угля с целью утилизации отходов растительного происхождения // Интегрированные технологии та энергосбережения. 2012. – № 2. – С. 9–11.
3. Бордун І.М., Корецький Р.М., Пташник В.В., Садова М.М. Зміна гранулометричного складу та гідрофільності активованого вугілля після УЗ опромінення у доквітаційному режимі // Фізична інженерія поверхні – 2014. – Т. 12, № 2. – С. 246-252.

## ВПЛИВ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ НА ДОВКІЛЛЯ

**Селезень В.Д.**

*кандидат педагогічних наук, доцент  
НПУ імені М.П.Драгоманова*

Рівень розвитку ПЕК визначає не лише загальний рівень економічного розвитку держави, рівень соціальної сфери та життя людей, але й рівень шкідливого впливу на довкілля. З усіх видів шкідливого впливу підприємств ПЕК на довкілля найбільш масштабними є викиди забруднюючих речовин в атмосферу, частка яких від загального обсягу викидів в Україні становить близько 40 %. Різноманітність впливу ТЕС на довкілля залежить від виду палива, що використовується. На сьогодні ТЕС України як енергоносії використовують: енергетичне кам'яне вугілля - 53 %; природний газ - 41 %, мазут - 6%. Під час спалювання твердого палива в атмосферу надходять сірчаний і сірчистий ангідриди, газоподібні продукти згорання, легкий попіл, оксид азоту, в деяких випадках - оксиди кремнію і кальцію, а також миш'як і радіоактивні елементи. Електростанція потужністю 100 МВт на вугіллі має річні викиди в атмосферу близько 5 тис. т SO<sub>2</sub> (за умови нейтралізації до 80 %), 10 тис. т NO<sub>x</sub>. На поверхні землі в районі електростанції утворюється близько 400 тис. т золи, в якій

приблизно 80 т важких металів, включаючи миш'як, свинець, кадмій, ванадій тощо.

ТЕС потужністю 1 тис. МВт при спалюванні палива за рік витрачає таку кількість кисню, яку виділяє за той же час 101 тис. га лісу.

Порівняння питомих викидів шкідливих компонентів для технологій на органічному паливі показує, що найвищі значення викидів SO<sub>2</sub> (17,7 г/(кВт-год)) мають паротурбінні станції без сіркоуловлювальних установок, що спалюють високосірчане вугілля. При наявності сіркоочищення ця величина зменшується до 1,5 – 1,6 г/(кВт-год), а найменші значення викидів SO<sub>2</sub> - в парогазових установках (ПГУ) з газифікацією вугілля (близько 0,4 г/(кВт-год)). Питома емісія NO<sub>2</sub> не перевищує 0,5 г/(кВт\*год) в газових турбінах та ПГУ з газифікацією вугілля; величина 0,5-0,7 г/(кВт-год) характерна для котлів з киплячим шаром. Якщо використовувати азотоочисні установки, то і питомі викиди NO<sub>x</sub> можуть бути знижені до вказаних значень. Питомі викиди CO<sub>2</sub> залежать від виду палива (до 4,37 кг на 1 кг у. п. для вугілля, 3,84 кг - для мазуту, 2,66 кг - для газу) та ефективності технологій і мають значення 500— 600 г/(кВт-год) в газотурбінних установках на природному газі та 850-950 г/(кВт-год) - при спалюванні вугілля [6].

Виробництво, передача й перетворення електроенергії зумовлюють наявність електромагнітних полів, які можуть у сотні разів перевищувати середній рівень природних полів. Клітини нервових та м'язових тканин найбільш чутливі до збудження в діапазоні частот від 10 до 1000 Гц. Несприятливий вплив електромагнітного поля на організм людини може проявлятися у разі напруженості 100-200 В/м, а під високовольтною лінією електропередачі напруженість електромагнітного поля досягає 30- 40 кВ/м, що впливає на нервову систему, ендокринний апарат, властивості обмінних процесів.

Всі гранично-допустимі норми випромінювання електромагнітного поля (з точки зору дії на людину) повинні відповідати всесвітньо відомим нормам Міжнародної організації захисту від радіації (IRPA). Для населення включно з групами підвищеного ризику за денної експозиції на частоті 50 Гц встановлено такі ефективні значення: 5 кВ/м для електричного поля і 100 мкТл для магнітного поля. Допустимі значення короткочасного впливу мають величини: 30 кВ/м - перебування в електричному полі до 2 год за добу; 10 кА/м - перебування у магнітному полі до 5 хв за годину.

Великі теплові електростанції займають земельну площу близько 3-4 км і чинять суттєвий негативний вплив на навколишній ландшафт, змінюють тепловий баланс району, де вони розташовані.

Теплове забруднення ТЕС відбувається за рахунок скидів тепла в системи охолодження, втрати теплоти з газами, що відходять, і втрати теплоти зі шлаками і через недопалення.

Теплові електростанції є також шумовими забруднювачами, найбільш інтенсивними джерелами шуму є турбіни, редуційно - охолоджувальні установки, котли, компресори, різного роду насоси тощо. Надійність роботи установок значною мірою залежить від роботи операторів. При роботах, що потребують підвищеної уваги, зі збільшенням рівня звуку від 70 до 90 дБА продуктивність праці падає на 20 %, зменшується

зорова реакція, що разом із втомленістю різко збільшує вірогідність помилок у роботі. Професійні захворювання серед робітників електростанцій, що пов'язані з впливом шуму, займають перше місце. Так, наприклад, у 37 % робітників електростанцій Німеччини виявлено розлад органів слуху [6].

Вплив енергетики на довкілля виявляється не тільки в значних щорічних обсягах викидів шкідливих речовин, але й у виведенні з природо-користування значних територій, водних ресурсів, у порушенні ландшафту територій, у впливі на клімат, у складуванні великих обсягів вторинних ресурсів.

На території України розміщено 25 потужних вугільних ТЕС, золошлакові відходи яких становлять 300 млн т.

Екологічна шкідливість традиційної енергетики на органічному паливі зазвичай не враховується в ціні на електроенергію, що відпускається. В ряді країн Європи (Швеції, Фінляндії, Голландії) введені екологічні податки на рівні 10 – 30 % від вартості спалюваної нафти; цей податок громадяни платять за недосконалість енергетики [8].

## **УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯМ ЯК СКЛАДОВА СИСТЕМИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВІ**

**Баклажков Б.Е.**

*магістрант ф-ту менеджменту  
Запорізький національний університет*

**Шишкін В.О.**

*кандидат економічних наук, доцент  
Запорізький національний університет*

У сучасних умовах рішення будь-яких техніко-економічних завдань в першу чергу розглядається з точки зору мінімальних затрат ресурсів, в тому числі і часу, щоб зосередити виробничі ресурси на головних напрямках підвищення ефективності виробництва з метою сталого розвитку підприємства і отримання максимального прибутку. Ця мета є досяжною за умови спрямування основних зусиль на зниження витрат виробництва шляхом економії та раціонального використання всіх виробничих ресурсів, в тому числі і паливно-енергетичних. Одним з таких способів є енергозбереження, що передбачає не тільки зниження витрат, але і модернізацію виробничого процесу з подальшим підвищенням якості.

О.Л.Данилов, П.А.Костюченко визначають енергозбереження як «систему правових, організаційних, наукових, виробничих, технічних і економічних заходів, спрямованих не тільки на ефективне використання первинних енергетичних ресурсів, а й на залучення в господарський оборот для зниження споживання органічного палива нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії» [1, 19].



Методологія енергозбереження відбивається в окремих організаційних і технічних рішеннях, суть яких полягає в зниженні споживання всіх видів енергетичних ресурсів при збереженні якості продукції, що виготовляється і обсягів виробництва. Мета розробки і реалізації енергозберігаючих заходів – використання сучасних технологій для зниження витрат і модернізації виробничого процесу. При модернізації виробництва, як правило, підвищується енергетична ефективність підприємства (рис. 1.).

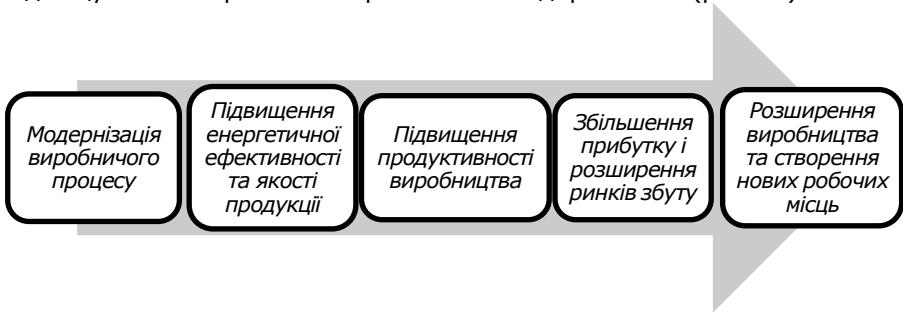


Рис. 1. Взаємозв'язок енергетичної ефективності виробничого процесу і основних показників діяльності підприємства

В сучасних умовах господарювання використання енергозберігаючих технологій, що дозволяють знизити витрати і модернізувати виробничий процес – найважливіший фактор розвитку промислового підприємства.

Впровадження енергозбереження отримало в даний час досить широке поширення, оскільки ринок енергозберігаючих технологій активізувався, з'являються енергосервісні компанії, які надають послуги з розробки енергозберігаючих програм. До того ж енергозбереження і підвищення енергоефективності визначено як один із стратегічних напрямків розвитку економіки країни.

Основними принципами енергозбереження є:

- пріоритет підвищення ефективності використання палива і енергії над збільшенням обсягів видобутку і виробництва;
- поєднання інтересів споживачів, постачальників і виробників палива та енергії;
- першочерговість забезпечення виконання екологічних вимог до видобутку, виробництва, переробки, транспортування та використання палива та енергії;
- обов'язковість обліку юридичними особами вироблених або витрачених енергетичних ресурсів, а також обліку фізичними особами одержуваних енергетичних ресурсів;
- сертифікація енергоспоживаючого, енергозберігаючого і діагностичного устаткування, матеріалів, конструкцій, транспортних засобів, а також енергетичних ресурсів;
- зацікавленість виробників і постачальників енергетичних ресурсів в застосуванні ефективних технологій;

- здійснення заходів програми за рахунок власних коштів або на поворотній основі [2, 54].

Найбільш важливими напрямками в здійсненні перманентної енергозберігаючої політики, а отже і політики зниження витрат на виробництво стають:

- застосування більш сучасних (менш енергоємних) технологій і енергоекономічного технологічного обладнання;
- вибір тарифів і постачальників енергоресурсів;
- зниження споживання енергоресурсів за рахунок вдосконалення існуючих технологічних процесів і режимів роботи обладнання шляхом впровадження модульних систем управління енергією і виробничими витратами, моніторингу енергетичних витрат і заходів по зниженню викидів в навколишнє середовище;
- вдосконалення системи енергетичного менеджменту на підприємстві;
- збільшення частки власного виробітку електроенергії;
- оптимізація енергобалансу підприємства і його підрозділів;
- нормування і прогнозування споживання енергоресурсів на основі математичних моделей;
- використання власних вторинних ресурсів і витіснення за рахунок цього закуповуваних [3, с. 116].

Перераховані вище напрямки зниження енерговитрат і підвищення ефективності виробництва представимо у вигляді структурної схеми вирішальних чинників енергозбереження (рис. 2.).

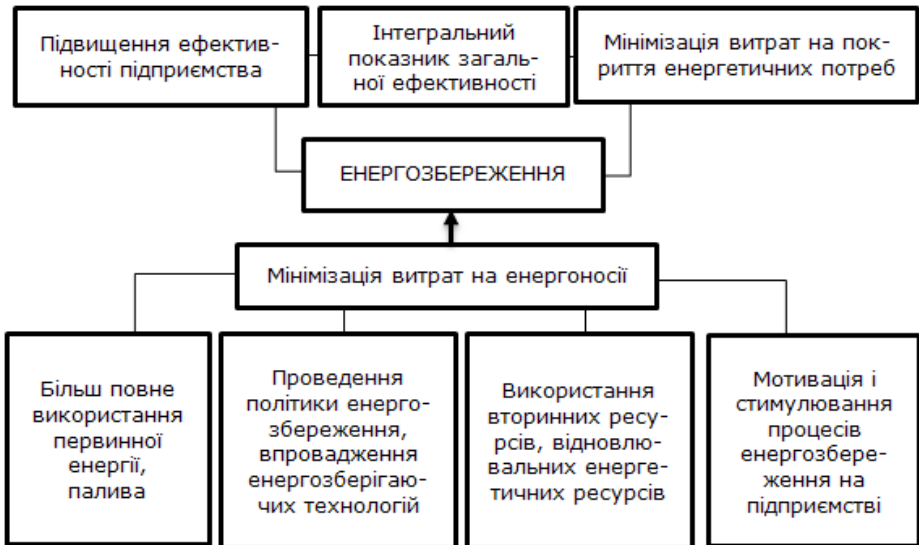


Рис. 2. Фактори енергозбереження, що визначають ефективність роботи підприємства

Таким чином, використання енергозберігаючих технологій в господарській діяльності підприємства є одним з найважливіших факторів скорочення витрат підприємства і значною передумовою загального зростання ефективності його діяльності.

### **Література**

1. Данилов О. Л. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов / О. Л. Данилов, П.А. Костюченко, М.: «Технопромстрой», 2006, 668 с.
2. Сергеев Н.Н. Использование энергосберегающих технологий в хозяйственной деятельности промышленных предприятий / Н. Н. Сергеев // Вестник Удмуртского Университета. Серия «Экономика и право». – 2011. – №3. – С.53-58.
3. Смагин В. Н. Энергосбережение – условие эффективной работы предприятий черной металлургии / В. Н. Смагин, Р. Ойленбах // Вестник ЮУрГУ. Серия Экономика и менеджмент. – 2011. – Вып. 19. – № 28(245). – С.110-117.

## **ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БАЗОВОГО СЦЕНАРІЮ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ**

**Серебреников С.В.**

*кандидат технічних наук, професор*

**Савеленко І.В.**

*кандидат технічних наук, ст. викладач*

**Сіріков О.І.**

*кандидат технічних наук, доцент*

*Центральноукраїнський національний  
технічний університет*

Перманентне підвищення цін на всі види енергії актуалізує пошук можливостей підвищення рівня енергоефективності об'єктів бюджетної сфери та обґрунтування черговості енергоощадних заходів (ЕОЗ) за результатами енергоаудитів.

Передумовою проведення енергоаудиту (ЕА) є узгодження із замовником мети ЕА, з'ясування розмірів та джерел фінансування на модернізацію об'єкта енергетичних обстежень. Відповідно до цього формують завдання аудиту і акцентують увагу на особливостях реалізації проекту.

Досвід аудитів свідчить, що замовник не завжди згоден з рекомендованою черговістю ЕОЗ і це призводить до нераціонального розподілу грошових коштів на їх впровадження. Для кращого усвідомлення замовником вигод від результатів ЕА доцільно побудувати діаграму, яка ілюструє змінення рівня енергоспоживання (газу, тепла, електроенергії, води тощо) (рис. 1). Зазвичай, на діаграмі зображують три сценарії енергоспоживання – базовий (проектний), фактичний на момент виконання ЕА і фактичний після втілення ЕОЗ.

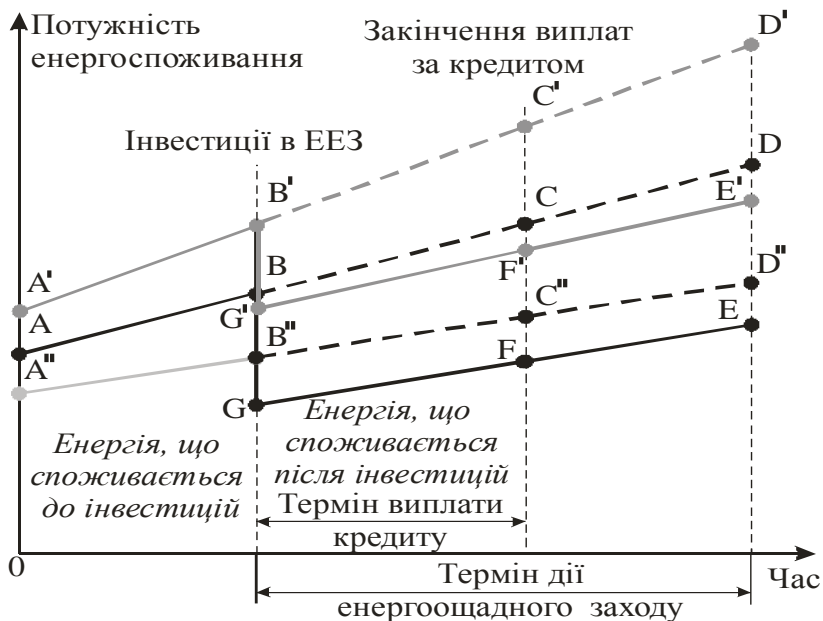


Рис. 1. Обсяг енергоспоживання з плином часу

Так, базова лінія  $AD$  (рис. 1) показує базовий рівень енергоспоживання до інвестицій в енергоефективність (базовий рівень енергоефективності відповідає нормативним санітарно-гігієнічним параметрам мікроклімату в будівлі (температура, вологість тощо) за проектного стану будівлі); лінія  $BG$  ілюструє перехід до більшого рівня енергоефективності за рахунок реалізації ЕОЗ (зазвичай 30-40% заощадження енергії); лінія  $GE$  – енергоспоживання після залучення інвестицій та впровадження комплексу ЕОЗ.

Площа, обмежена чотирикутником  $BCFG$  показує частину заощаджених паливно-енергетичні ресурси (ПЕР), зменшення оплати за які використовують для покриття витрат на ЕОЗ; лінія  $CF$  констатує факт, що кредит виплачено; площа, обмежена чотирикутником  $CDEF$  пропорційна економії в оплаті енергоносіїв до кінця тривалості «життя» ЕОЗ  $T_{GE}$ . Природно, що необхідною умовою успішного впровадження ЕОЗ є співвідношення  $T_{GE} \gg T_{FE}$ .

Втім, як свідчить досвід енергетичних аудитів, фактичне споживання ПЕР відрізняється від базового в той чи інший бік.

Перевищення базового рівня (крива  $A'D'$ ) можуть спричинити високі інфільтрація й теплопровідність через знос елементів огорожуючих конструкцій, що призводить до підвищення витрат ПЕР на підтримання нормативної температури в будівлі.

Фактичне споживання менше від базового (крива  $A''D''$ ) «досягається» за рахунок погіршення мікроклімату у разі: непрацюючої системи припливно-втяжної вентиляції з механічним спонуканням, недотримання опалювальних режимів (коли температура теплоносія нижча за норма-

тивну - «недопали»), незадовільного стану опалювальної системи будівлі тощо.

Аналіз результатів ЕА доводить, що ефект від впровадження ЕОЗ залежить від положення фактичного рівня енергоспоживання відносно базового ( $AD$ ).

Так, реалізація ЕОЗ за фактичного рівня ( $A'D'$ ) призводить до малих відносно базового рівня заощаджень енергії (крива  $A'B'$  переходить у  $G'E'$ , близьку до  $BD$ ), наприклад, – за рахунок зменшення втрат через огорожуючу конструкцію.

Натомість, реалізація тих самих ЕОЗ відносно фактичного рівня  $A''D''$  може призвести до двох результатів:

1 – за виконання нормативних вимог до мікроклімату доведеться перейти від фактичного рівня споживання  $A''D''$  на криву, що належатиме площині  $BB''-DD''$ , тобто в цьому разі реалізація ЕОЗ не призводить до заощаджень енергії, а вся заощаджена енергія витратиться на відновлення нормативних параметрів мікроклімату і покращення умов перебування людей у приміщеннях та, відповідно, – зростання продуктивності праці;

2 – реалізація ЕОЗ без дотримання нормативних вимог до мікроклімату в приміщеннях дозволить перейти з  $A''D''$  на рівень, близький до  $GE$ , що призведе до економії споживання ПЕР, але при цьому рівень дискомфорту не зміниться.

Наведені сценарії реалізації ЕОЗ показують, що потрібно розрізнити 2 складові досягнення енергоефективності відносно базового рівня:

1 – шляхом зменшення *споживання* ПЕР  $\Delta Q_{CP}$  (оптимізація режиму горіння в котлах, встановлення автоматичних регуляторів, дозаторів, утилізаторів, устаткування з вищим *к.к.д.*, коригування сезонного відліку часу тощо);

2 – за рахунок скорочення *втрат* енергії  $\Delta Q_{BTP}$  (утеплення стін, вікон, даху та ін., оптимізація енергомереж, ліквідація витікань, інфільтрації повітря).

Вони мають різні методи і логіку розрахунків, різний інструментарій обстеження (для 1 – газоаналізатор, витратомір, ватметр, люксметр, детектор витоку; для 2 – тепловізор, термоанометр, пірометр/гігрометр, давач солемісту, тахометр тощо). Проте обидві складові спрямовані на досягнення спільного результату – підвищенню рівня енергофактивності (максимізації різниці між базовими рівнями споживання до  $Q_{(BD)}$  та після  $Q_{(GE)}$  реалізації ЕОЗ):

$$Q_{Eф} = Q_{(BD)} - Q_{(GE)} = \Delta Q_{CP} + \Delta Q_{BTP}.$$

Економічний ефект  $E_{BG}$  від ЕОЗ пропорційний площі  $BDEG$ :

$$E_{BG} = \sum_{i=1}^n (Q_{cn} + \Delta Q_{emp}) \cdot T_i,$$

де  $T_i$  – тариф на відповідний  $i$ -й енергоресурс.

### Висновки

1. За основу для отримання коректних результатів розрахунку економії від впровадження енергоощадних заходів необхідно використувати базову лінію енергоспоживання, яка ґрунтується на проектному режимі роботи та нормативному мікрокліматі в приміщеннях.

2. Аналіз різних сценаріїв енергоспоживання доводить, що позитивний ефект від впровадження енергоощадних заходів не завжди полягає у економії ПЕР, а натомість, заощаджена енергія витратиться на відновлення нормативних комфортних параметрів мікроклімату, покращення умов перебування людей у будівлі та, відповідно, – зменшення рівня захворюваності й зростання продуктивності праці.

3. Потрібно розрізнати дві складові досягнення енергоефективності відносно базового рівня: шляхом зменшення *споживання* ПЕР та за рахунок скорочення *втрат* енергії.

## ТЕОРЕТИКО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ СТАНКА-КАЧАЛКИ

**Соломчак О.В.**

*кандидат технічних наук, доцент*

**Бойко С.Я.**

*магістр*

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

Для навантаження двигуна станка-качалки характерне періодичне чергування перевантажень і недовантажень, що повторюються циклічно [1]. Крива зміни навантаження електродвигуна протягом одного циклу роботи установки (одного хитання) має два максимуми і два мінімуми. Максимуми можуть досягати величин, близьких до перекидаючого моменту двигуна, мінімуми близькі до моменту холостого ходу останнього. Крім основних пульсацій, крива зміни навантаження двигуна має також проміжні, обумовлені поздовжніми коливаннями штанг. Ці коливання носять загасаючий характер, однак у момент виникнення їхня амплітуда, досягаючи 30% і більше від основного максимуму навантаження, помітно загострює форму основної кривої і зміщає її максимум вліво від теоретичного положення.

Специфічний характер навантаження електродвигунів глибинонасосних установок впливає на енергетичні показники приводних електродвигунів, обумовлюючи особливу важливість правильного вибору типу їх, потужності і встановлення фактичних значень ККД і  $\cos \varphi$ , знання яких необхідне для визначення встановленої потужності трансформаторів живлення, розрахунку електричних мереж, визначення потужності компен-

суючих пристроїв, оцінки економічності різних типів двигунів, а також для підрахунку енергетичних витрат.

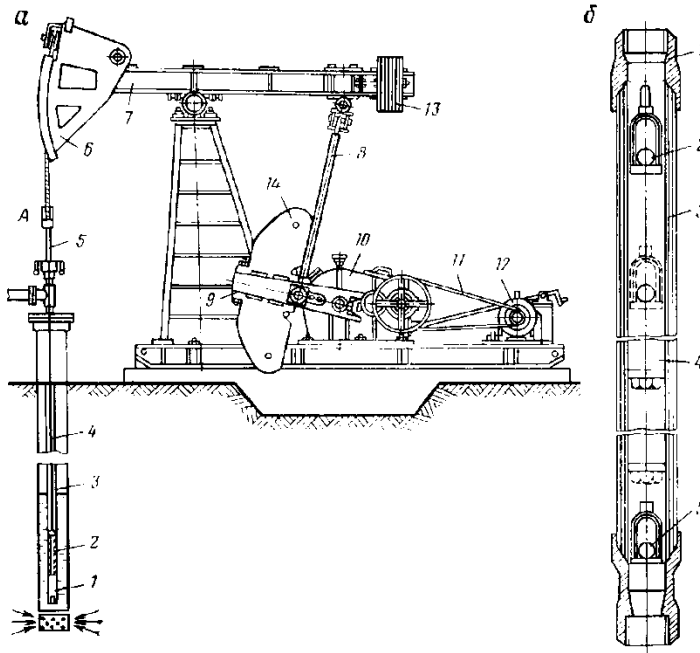


Рис.1. Глибинонасосна установка

Для приводу станків-качалок в останні роки найбільш часто застосовують короткозамкнений асинхронний двигун (АД) у закритому виконанні. Електродвигуни нової серії 4А мають діапазон потужностей від 1 до 55 кВт.

Для досліджень було вибрано асинхронний двигун з короткозамкненим ротором потужністю 1 кВт. На основі відомих математичних моделей [2-4] було виконано ряд аналітичних розрахунків та експериментальних вимірювань для різних умов роботи двигуна, результати яких подані на рис. 2-6.

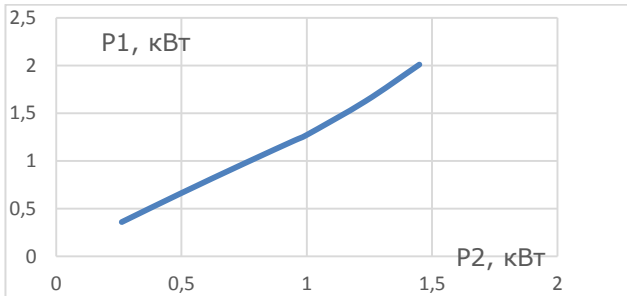
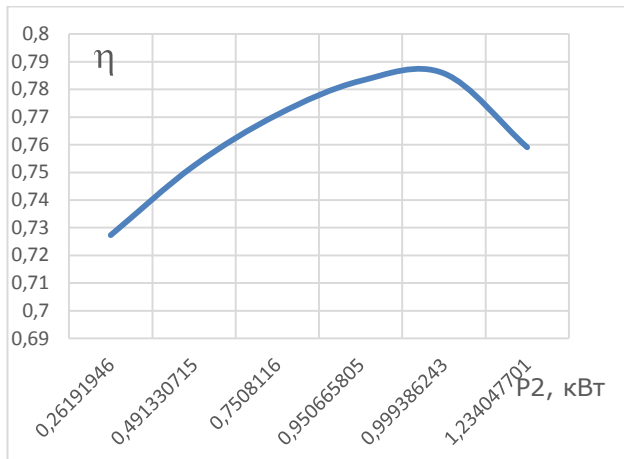
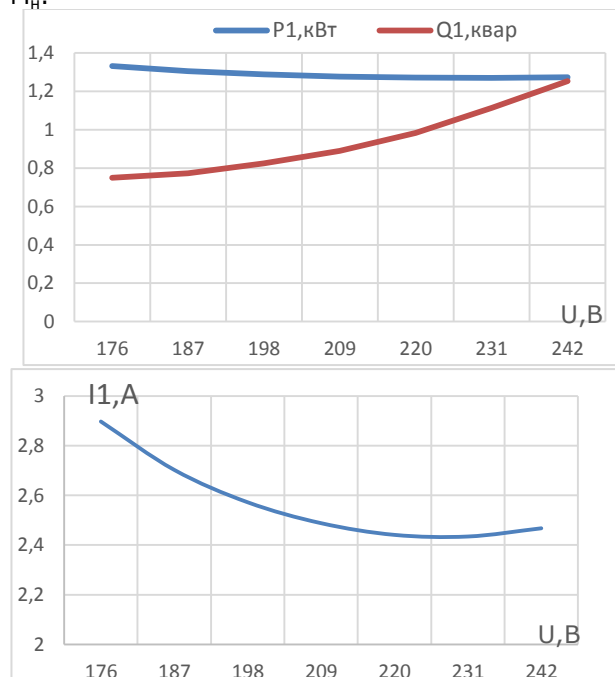


Рис.2. Графік залежності  $P_1=f(P_2)$

Рис.3 – Залежність  $\eta=f(P_2)$  при  $U=const$ 

Враховуючи циклічний характер навантаження електродвигуна, одним із способів зменшення споживання активної та реактивної електроенергії є регулювання напруги. Тому було виконано дослідження залежності параметрів АД від напруги та побудовано графіки залежностей АД від напруги на його затискачах при номінальних значеннях моменту навантаження  $M_n$ .

Рис. 4. Графік залежності  $P_1, Q_1=f(U)$       Рис.5 - Графік залежності  $I_1=f(U)$



Як видно з рисунків зменшення напруги на затискачах двигуна призводить до зменшення споживаної ним реактивної потужності (в основному за рахунок зменшення струму холостого ходу двигуна), що в свою чергу призводить до зменшення втрат активної потужності в елементах електричної мережі.

На основі серії розрахунків було визначено оптимальне значення напруги на двигуні залежно від його завантаження. На рис.6 подано діаграми активної та реактивної потужностей двигуна АД за 1 цикл роботи при усталеному значенні напруги та регульованому.

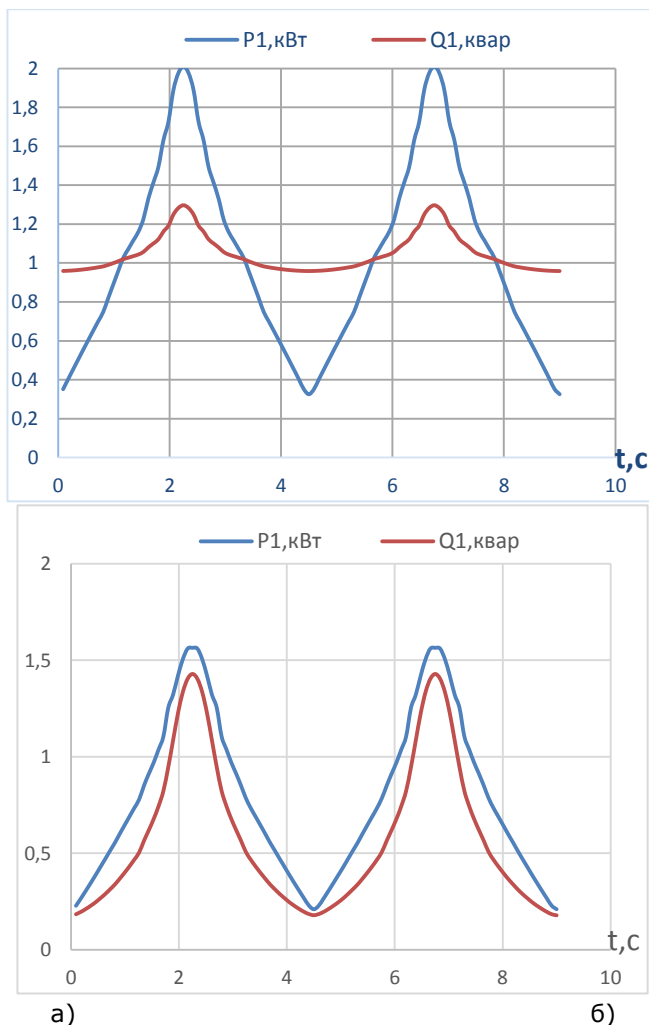


Рис.6. Графік залежності  $P_1$ ,  $Q_1=f(t)$ , а – при сталій напрузі 240 В, б – при зустрічному регулюванні напруги залежно від навантаження.

Для підвищення ефективності електроприводу станка-качалки доцільно впровадити автоматизоване регулювання напруги живлення, що дозволяє знизити електроспоживання активної та реактивної електроенергії, зменшити втрати в двигуні та системі електропостачання, зменшити нагрів електродвигуна, а отже продовжити термін його експлуатації.

### Література

1. Соломчак О.В. Електропостачання технологічних комплексів нафтової і газової промисловості. Підручник – Івано-Франківськ: Факел, 2005. – 421 с.
2. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: учеб. для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 327 с.
3. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. – 928 с.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. Учебник для вузов. – Л.: Энергия, 1974. – 840 с.

## МЕТОДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ

**Сосницька Н.Л.**

*доктор педагогічних наук, професор*

**Халанчук Л.В.**

*асистент, Таврійський державний  
агротехнологічний університет*

На сучасному етапі розвитку науки і техніки необхідність забезпечення міцності, надійності та довговічності елементів конструкцій споруд, машин і приладів, які працюють в умовах високотемпературного нагріву, є актуальною і практично важливою проблемою. На шляху розв'язання цієї проблеми суттєвого значення набувають питання визначення температурних полів і зумовлених ними напружень в елементах конструкцій.

Останнім часом постійно йдуть пошуки нових матеріалів з певними теплофізичними властивостями для різних технічних цілей. Знання теплофізичних властивостей речовин грає немалу роль при їх використанні. На даний момент актуальним є створення експериментальних методів визначення коефіцієнтів теплопровідності речовин, основаних на використанні розв'язків задач стаціонарної теплопровідності. Експеримент є джерелом додаткової інформації про поведінку речовин, що дозволяє поглибити існуючі фізичні уявлення про механізми переносу теплоти.

Аналітичне вивчення процесів теплопровідності неможливе без встановлення залежності між величинами, що характеризують ці процеси і являються функціями просторових координат та часу. В основу виведення диференційного рівняння теплопровідності покладено закон збереження енергії, який в даному випадку може бути сформульований в наступному вигляді: кількість теплоти, що введено в елементарний об'єм ззовні внаслідок теплопровідності, а також від внутрішніх джерел дорів-

нює зміні внутрішньої енергії або ентальпії речовини (в залежності від розгляду ізохорного або ізобарного процесу), яка міститься в цьому об'ємі.

Для розв'язку конкретної задачі теплопровідності середовища необхідно додати крайові умови, які б визначали досліджуваний процес. Таким чином, повний математичний опис тієї чи іншої задачі теплопровідності повинен містити в собі не тільки рівняння теплопровідності, але й особливості, що виступають у вигляді геометричних та фізичних характеристик, а також крайових умов, які іменуються умовами однозначності і включають:

- а) геометричні умови, що характеризують розмір та форму тіла;
- б) фізичні умови, які визначають теплофізичні властивості та розподіл внутрішніх джерел тепла;
- в) початкові умови (тільки для нестационарних задач), які задають поле температур в початковий момент часу;
- г) граничні умови.

Мета дослідження - розробити та експериментально перевірити методику побудови аналітико-чисельних розв'язків крайових задач теплопровідності лінійно-різницевиими методами в пакеті програм Scilab.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що розроблена в роботі методика може ефективно використовуватися при розв'язуванні нелінійних крайових задач теплопровідності і відповідних задач термодинаміки для термочувливих тіл. Знайдені за допомогою запропонованої методики розв'язки нелінійних задач теплопровідності дозволяють проводити якісний аналіз теплових процесів.

Проведений огляд і аналіз літератури показує, що точні аналітичні розв'язки нелінійних нестационарних крайових задач теплопровідності можна отримати для тіл, виготовлених з матеріалів з простою нелінійністю (коефіцієнт теплопровідності і об'ємна теплоємність яких залежать від температури, а коефіцієнт температуропровідності приймається за сталу величину), у випадку, коли на поверхні тіла задана температура або тепловий потік. У випадках, коли враховується конвективний, радіаційний чи конвективно-радіаційний теплообмін з поверхонь тіл, переважно використовують чисельні методи [1-6].

Безперечно цінними є аналітичні та аналітико-чисельні розв'язки таких задач, які побудовані у вигляді явних формул, що містять елементарні чи спеціальні функції. Такі розв'язки є зручними для якісного аналізу теплових режимів, оскільки явно відображають вплив на розподіл температури визначальних факторів, дозволяють оцінити їх значення і виділити головні з них. Вони також можуть слугувати критерієм оцінки достовірності чисельних розв'язків [1,5].

У роботі отримано такі основні результати:

1. Вперше розроблено методику побудови аналітико-чисельних розв'язків крайових задач теплопровідності лінійно-різницевиими методами в пакеті програм Scilab.

2. Розв'язано задачі теплопровідності, в яких необхідно визначити розподілення температури в одновимірному стержні та розподілення

тепла у прямокутній пластині.

3. Виконано дослідження чисельного розв'язку при визначених граничних умовах методом скінчених елементів.

4. Отриманий чисельний розв'язок задачі розподілення тепла у прямокутній пластині, що зводиться до розв'язання нелінійного рівняння в частинних похідних, виконано на базі скінченних різниць та методу простих ітерацій за допомогою пакету програм Scilab.

5. Знайдені за допомогою запропонованої методики розв'язки нелінійних задач теплопровідності дозволяють проводити якісний аналіз теплових процесів.

### **Література**

1. Гарматій Г. Числове розв'язування нестационарних задач теплопровідності термочутливих тіл при складному теплообміні / Г. Гарматій, М. Кутнів, В. Попович // *Машинознавство*. – 2002. – № 1 (55). – С. 21–25.
2. Дубенець В.Г. Основи методу скінченних елементів / В.Г. Дубенець, В.В. Хильчевський, О.В. Савченко// – Чернігів, ЧДТУ.– 2003. – 346 с.
3. Дубенець В.Г. Обчислювальна механіка / В.Г. Дубенець, В.В. Хильчевський, О.В. Савченко// *Курс лекцій. Частина 2*. – Чернігів, ЧДТУ.– 2007. – 188 с.
4. Кильчевский Н.А. Курс теоретической механики / Н.А. Кильчевский // – М.: 1977. – т.2. – 544 с.
5. Попович В.С. Аналіз методів розв'язування задач теплопровідності термочутливих тіл при конвективному теплообміні / В.С. Попович, Г.Ю. Гарматій // *Математичні методи механіки неоднорідних структур: В 2 т.* – Львів. – 2000. – Т. 1. – С. 205–211.
6. Халанчук Л.В. Побудова дискретної моделі розв'язку рівняння Пуассона / С.В. Чопоров, Л.В. Халанчук // *Диференціальні рівняння та їх застосування: матер. міжнародної конф.*, 19-21 травня 2017р. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2017. – С. 116-118.

## **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ «ЗЕЛЕНИХ» ТЕХНОЛОГІЙ В АВІАЦІЙНІЙ ГАЛУЗІ**

**Тихенко О. М.**

*кандидат технічних наук*

**Куцак А. С.**

*студентка*

**Куцак Н. С.**

*студентка*

*Національний авіаційний університет*

На сучасному етапі, питання підвищення рівня екологічності та ресурсозбереження в авіаційній галузі стають все більш актуальними. Застосування енергозберігаючих технологій має звести до мінімуму витрати енергії, що сьогодні є одним з пріоритетних напрямків на державному рівні. Це пов'язано з дефіцитом основних енергоресурсів, зростаючої вартістю їх видобутку, а також з глобальними екологічними проблемами.

Головною метою цієї роботи є дослідження застосування енергозберігаючих технологій, в тому числі «зелених» рішень у виробничій діяльності авіапідприємств, а також аналіз перспективних напрямків щодо формування «зеленого» авіаційного сектору в Україні.

Економія енергії - це ефективне використання енергоресурсів за рахунок застосування інноваційних рішень, які досягнуті технічно, обґрунтовані економічно, прийнятні з екологічної та соціальної точок зору, і не змінюють звичного способу життя [1, с.47].

Питання енергозбереження та енергоефективності тісно пов'язані з питаннями екологічної безпеки. Рішення оптимізації енерговитрат не можливе без урахування екологічної сфери енергоспоживання та екологічної експертизи, яка дозволяє здійснити практичну оцінку запланованого ефекту в повному обсязі.

На сьогоднішній день енергозбереження займає ключові позиції у розвитку різних галузей промисловості. Питання застосування «зелених» технологій як інноваційного напрямку збереження природних ресурсів та зменшення негативних наслідків для екосистеми, зокрема авіапідприємствами залишаються невирішеними та мають дещо фрагментарний характер.

«Зелені» технології – шлях до сучасної і сталої енергетичної політики [2, с.755]. У більш вузькому трактуванні «зелену» економіку розуміють як розробку технологій енерго- та ресурсозбереження та відновлюваної енергетики.

На основі проведених досліджень науково-практичної літератури встановлено, що «зелені» технології – це інноваційні технології, що дозволяють в ідеалі досягти двох «екомінімумів»: мінімум забруднень навколишнього середовища та мінімум споживання природних ресурсів [3, с.59]. Ці технології, об'єднуючи з часом фундаментально різні підходи, служать виходом на чисту траєкторію, що характеризується більш високою ресурсною ефективністю та «пружністю» до зростання несприятливих зовнішніх впливів.

В процесі вивчення сучасних тенденцій розвитку «зеленого» спрямування в авіаційній галузі на глобальному рівні можна впевнено стверджувати, що вони мають значний потенціал для підвищення продуктивності та ефективності. Крім того, інтегрування принципів «зеленого зростання» до довгострокової стратегії та пріоритетів техніко-технологічного розвитку, а також завдяки масштабній та скоординованій підтримці на державному рівні, провідні авіапідприємства активно розробляють та запроваджують науково-технічні напрацювання для кардинального покращення різних аспектів своєї діяльності.

Згідно з національним стандартом ДСТУ ISO 14004:2016 «Системи екологічного управління. Загальні настанови щодо запровадження» модель системи екологічного управління розробляється на основі підходу «Plan-Do-Check-Act» (PDCA – «Плануй-Виконуй-Перевіряй-Дій») [4]. PDCA є безперервним, повторюваним процесом, який дозволяє організа-

ції встановити, впровадити та підтримувати свою екологічну політику і постійно поліпшувати свою систему екологічного управління задля підвищення екологічної дієвості. Відповідно до ДСТУ ISO 14004:2016 авіапідприємства повинні: розробити прийнятну екологічну політику; розробити та впровадити дії з запобігання забрудненню; забезпечити діяльність у відповідності до екологічного законодавства України; визначати та досягати екологічних цілей; поліпшувати екологічні характеристики; своєчасно адаптуватися до умов, що постійно змінюються та інше.

Для вирішення вищенаведених завдань, а також для досягнення очікуваних позитивних результатів Міжнародна організація цивільної авіації (ІКАО) пропонує запровадження на авіаційному транспорті концепції «зеленої» економіки. Україна, як повноправний член світових організацій в області функціонування та розвитку авіаційного сектору, має дотримуватися відповідних рекомендацій, а також запроваджувати відповідні заходи щодо екологічної діяльності в авіаційній галузі.

На жаль, в Україні не має жодного аеропорту, який можна б було вважати «зеленим». Окремі спроби переходу до застосування енергозберігаючих технологій зроблені в Міжнародному аеропорту «Бориспіль» [5]. Так, в межах реалізації плану енергонезалежності від споживання газу авіапідприємством введено інноваційні технології опалення на альтернативному паливі. Зокрема, в аеропорту встановили перший в Україні «економайзер», що дозволяє отримувати до 20% теплової енергії з відходів роботи котла – диму, що призводить до економії паливно-енергетичних ресурсів. Інноваційні технології опалення запровадили у рамках реалізації плану енергонезалежності від споживання газу. Наразі економайзер потужністю 5 МВт охолоджує дим на виході з котла з 120 до 50 °C і дозволяє додатково отримувати до 20% тепла. Введена в експлуатацію котельня на біомасі за рік забезпечує теплом значну частину об'єктів аеропорту та вже дозволила зекономити близько 20 млн. гривень [6, с. 61]. Новий «економайзер» дозволяє скоротити залежність від імпортного газу.

На даний момент вискоефективний та екологічний котел забезпечує «Бориспіль» 5 МВт енергії при 0% впливі на довкілля. Перехід на використання біомаси дозволяє підприємству щомісячно економити понад 1 000 000 грн.

Столичний аеропорт «Київ» (Жуляни) також «підтягується» до еко-стандартів, в аеропорту працює власна енергоефективна котельня на альтернативному виді палива. Функціонує котельня за рахунок спалювання пелет з лушпиння насіння соняшника. Щоденна економія від нової установки становить близько 9 тис грн., що дозволяє скоротити витрати на кілька сотень тисяч гривень в місяць [7].

Що ж стосується інших українських аеропортів, то тут майже не простежується практичне застосування «зелених» рішень в їх діяльності, а система екологічного менеджменту не на достатньому рівні адаптована

до зовнішніх та внутрішніх умов їх функціонування. Основною причиною такого становища є відсутність фінансових ресурсів [8].

Отже, на основі проведеного дослідження встановлено, що застосування «зелених» технологій в авіаційній галузі є необхідним інноваційним рішенням для збереження природних ресурсів та скорочення негативного впливу авіапідприємств та авіаційного транспорту на екосистеми.

Завдяки державній підтримці в цьому напрямку можливо створити «чисту» високопродуктивну галузь та отримати фінансово-економічні вигоди від її функціонування. Реалізація основних принципів енергоефективності та енергозбереження в авіаційній галузі пов'язана з переходом на інноваційне обладнання, а також з розробкою, реалізацією системних заходів по зниженню негативного впливу на навколишнє середовище та виконанню регулятивних вимог екологічної безпеки. Авіапідприємства, зокрема аеропорти, для обслуговування яких, будуть застосовані інноваційні енергозберігаючі технології стануть конкурентоспроможними на міжнародному ринку.

### **Література**

1. Захарченко В.П. Енергетичний менеджмент у системі керування аеропортом / В.П. Захарченко, Н.П. Соколова // Енергетика: економіка, технології, екологія. 2017. № 2. – С. 42–50.
2. Соколова О.Є. Перспективи запровадження «зелених технологій» на авіаційному транспорті України / О.Є.Соколова, І.В. Борець, Ю.В. Шевченко // Young Scientist. 2017. № 3 (43). – С. 745-751.
3. Латишева О.В. Визначення негативного впливу діяльності аеропорту на довкілля та розробка заходів для його зниження / О. В. Латишева // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет. - Тернопіль: «Економічна думка», 2014. - Том 15. - № 3. - С. 57-63.
4. ДСТУ ISO 14001:2016 «Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування» (ISO 14001:2016, IDT) - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://document.ua/sistemi-ekologichnogo-upravlinnja\\_-zagalni-nastanovi-shodo-z-nor28987.html](http://document.ua/sistemi-ekologichnogo-upravlinnja_-zagalni-nastanovi-shodo-z-nor28987.html)
5. Офіційний портал аеропорту «Бориспіль». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kbp.aero/ru/about/press-center/news/2016/146>
6. Шумилова І.Ш. Ориентация на «экологизацию» современных технологий / И.Ш. Шумилова // Технические науки. 2016. № 8-9(54-55). – С. 59–62.
7. Федяєва О.О. Особливості фінансування інноваційного розвитку аеропортів / О.О. Федяєва // Ефективна економіка. 2012. № 11. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1571>
8. Офіційний портал Державної служби України – 2017р. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.avia.gov.ua/documents/Inform-fond/dok-IKAO/23581.html>

## ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ ДЕРЖАВНИХ ПІДПРИЄМСТВ ТА ДЕРЖАВИ

**Фролов І.В.**

студент

НТУУ «Київський політехний інститут  
імені Ігора Сікорського»

Починаючи з подій, які відбулися у 2005 році Європейський Союз та Україна почали усвідомлювати свою повну енергетичну залежність від Російської Федерації, як від найбільшого власника енергетичних ресурсів. А така залежність, у свою чергу створює політичну небезпеку для країн, які повністю покладаються на наявність цих ресурсів.

Для України переваги енергозбереження набувають особливого значення у зв'язку з низкою додаткових факторів. Україна є енергодефіцитною країною, яка свої потреби в первинних енергоресурсах задовольняє за рахунок їх власного виробництва лише на 45%. В її паливно-енергетичному балансі домінує природний газ, його частка становить 41%, що значно перевищує відповідні показники таких країн, як США та Велика Британія, які, на відміну від України, мають значні поклади і обсяги власного видобутку природного газу.

Якщо у Європі ініціативи по впровадженню енергозберігаючих технологій та встановлення відновлювальних джерел енергії почали активно прийматися вже після 2005 року, то в нашій державі цю необхідність ми зрозуміли після подій 2014 року, тож зараз ми розглянемо основні заходи, які були впровадженні в різних підприємствах, щодо досягнення умов енергоефективності підприємств(за умов енергетичної кризи).

Спочатку розглянемо, які заходи для державної енергетичної безпеки впроваджує компанія ПАТ УТГ(Укртрансгаз).

Одна з основних задач, щодо енергобезпеки, які собі поставила ПАТ УТГ це моделювання ситуації при якій одне з джерел енергії( найчастіше найбільше) виходить з ладу. За допомогою такої моделювання підприємство заздалегідь створює план дій, який вони повинні виконати у разі настання критичної ситуації. Таке планування та передбачення забезпечує сталу та безвідмовну роботу головних життєвобезпечуючих систем, та заздалегідь вирішує, які господарство короткочасно можна відключити від енергетичного комплексу.

Також можна згадати про встановлення сонячної електростанції потужністю 300 кВт в місті Боярка. Ця станція повністю забезпечує енергією роботу відділу УТГ з ремонту та побудови деталей для газопроводів та турбін.

Якщо згадувати події в енергетиці в лютому 2017 року, то основною проблемою стала блокада окупованих територій, у результаті якої Укренерго та у результаті велика кількість підприємств залишилася без вугілля, потрібного для виготовлення електро- та теплової енергії.



Ці події показали всій країні нашу залежність від тих ресурсів, які на даний час знаходяться на окупованих територіях та потребу негайного її вирішення. На даний момент Укренерго разом з міністерством енергетики вирішили цю проблему змінивши постачальника вугілля і на даний момент закупаючи його за тарифом "Нотердам +". Але це не всі впровадження, які збирається зробити Укренерго.

Перше завдання це зменшити обсяги використання електроенергії шляхом впровадження енергозберігаючих установок (оскільки при економічному використанні енергії, потреба в ньому зменшиться).

Ще одне впровадження - це стимулювання розосередженої генерації енергії (продаж електроенергії у мережу малими виробниками), шляхом викупу в них зайвої енергії за завищеним тарифом (зеленим тарифом). Що сприяє збагаченню таких людей, що у свою чергу сприяє збільшенню їх кількості, а отже і збільшенню обсягу електроенергії, яку вони виробляють,

Резюмуючи вище написане, можна сказати, що за останні 3 роки в Україні збільшилася увага та потреба в тотальному енергозбереженні та забезпеченні енергетичної безпеки підприємств (особливо державних). Та на даний момент багато проектів та планів досі знаходяться в процесі розробки та впровадження. Та навіть незважаючи на це за останні 3 роки впровадженні досить вагомі вдосконалення в енергетичному секторі. Тож вже досить скоро рівень безпеки в Українському енергетичному секторі досягне Європейських стандартів.

### **Література**

1. Видавництво «Плеяди», стаття «Основні принципи енергозбереження в сучасній Україні», [с.1]
2. Презентація ПАТ УТГ «Завдання щодо дій при надзвичайній ситуації у системі газопостачання» [3, с.5]

## **РЕАЛІЗАЦІЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МІСТІ БЕРДЯНСЬК ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ**

**Костюкович В.В.**

*методист, Бердянський економіко-гуманітаний коледж БДПУ*

**Конюхова Т.Г.**

*студентка, Бердянський економіко-гуманітаний коледж БДПУ*

Одними з найбільш гострих проблем в Україні є стабільне енергозабезпечення споживачів та ефективне використання енергоресурсів, від розв'язання яких значною мірою залежить рівень економічного й соціального розвитку суспільства.

В місті Бердянську Запорізької області ведеться плідна робота, яка спрямована на економію споживання енергоресурсів в бюджетній та в інших сферах комунального господарства. Так у 2014 році в місті була розроблена єдина електронна система обліку споживання енергоресурсів (ЄЕСОСЕ), до якої відповідальні особи бюджетної та комунальної сфери щомісяця вносять дані щодо фактичного споживання установою світла, тепла, газу, води. Треба зазначити, що ЄЕСОСЕ дозволяє оперативно робити розрахунки з економії чи перевитрат споживання енергоресурсів бюджетними та комунальними установами. Сама по собі система енергоносії не економить, вона лише дозволяє здійснити контроль та бачити тенденції споживання газу, тепла, води, світла в бюджетній та комунальній сферах, але енергоменеджерами виконуються всі необхідні заходи для того, щоб зберігати та нарощувати позитивну динаміку зменшення споживання енергоресурсів. Загальна кількість об'єктів, охоплених енергомоніторингом на сьогоднішній день у Бердянську складає близько 60.

В рамках добровільної ініціативи Європейської Комісії «Угода мерів», до якої м. Бердянськ приєдналося в 2013 році, затверджена та впроваджена на місцевому рівні Програма "План дій зі сталого енергетичного розвитку м. Бердянська на період до 2020 року". Головною метою Угоди є скорочення викидів CO<sub>2</sub> через проведення енергоефективних заходів та запровадження поновлювальних джерел енергії. Станом на 30.06.2017 план включає 111 проектів на загальну суму - 276924,582 грн. Одним із напрямів реалізації Плану дій є інформаційно-роз'яснювальна робота з населенням щодо необхідності економного споживання енергоносіїв. Бердянськ третій рік поспіль підтримує проведення Міського місячника з енергозбереження та у рамках місячника проведення кампанії «Година Землі» — щорічної міжнародної події, започаткованої WWF (World Wide Fund for Nature - Всесвітній фонд природи). Щоб привернути увагу людей до екологічних проблем Планети останньої або передостанньої суботи березня у м.Бердянську вимикається необов'язкове світло та електричні пристрої на одну годину.

Одним з проектів Плану дій є встановлення сорока комплектів автономних ліхтарів вуличного освітлення у чотирнадцяти загальноосвітніх закладах міста Бердянська. До початку реалізації Програми для освітлення територій використовувалися енергоємкі лампи, це зумовлювало великі витрати на оплату за використану електроенергію, а отже робило систему вуличного освітлення затратною та неефективною. Реалізація проекту дозволить не тільки використовувати екологічно-чисту енергію, зменшить споживання електричної енергії, але й значно покращить стан об'єктів соціальної інфраструктури, а саме загальноосвітніх шкіл міста, території яких не освітлювалася багато років.

З метою економії бюджетних коштів на оплату енергоносіїв, проведення помірної децентралізації системи теплозабезпечення міста Бердянськ та задля забезпечення необхідного температурного режиму у

зкладах відділу освіти та покращення умов перебування дітей у дошкільних навчальних закладах планується встановлення автономних блочно-модульних котелень, які використовуватимуть в якості палива пелети. Пелетні котли в процесі опалення не сприяють зміні клімату, а деревні гранули (пелети) є CO<sub>2</sub> нейтральним і недорогим джерелом енергії. Коли гранули згоряють, вони випускають сонячну енергію, поглинену в процесі росту дерев. Викиди CO<sub>2</sub> в цьому процесі рівні такій кількості, яке поглинається в процесі росту дерев.

Одним із напрямків впровадження альтернативних джерел енергетики у місті Бердянськ є Проект зі встановлення сонячних колекторів для приготування гарячої води у дев'яти дитячих садках, реалізація якого завершиться вже у грудні 2017 року. Проблема, яка породила розробку даного проекту, була в тому, що система гарячого водопостачання в усіх дошкільних навчальних закладах міста Бердянська була децентралізованою та базувалася на електричних водонагрівачах. Використання великої кількості електричних водонагрівачів приводила до поломки обладнання, оскільки системи на таке навантаження не розраховані.

Проект зі встановлення сонячних колекторів вирішив одразу кілька питань: як економити кошти місцевих бюджетів на сплату рахунків за енергоносії; як впроваджувати альтернативні джерела енергії в бюджетній сфері; як скорочувати споживання енергоносіїв в бюджетній сфері. Також він дозволив досягнути соціального та екологічного ефектів, шляхом скорочення викидів CO<sub>2</sub> у атмосферу та поліпшення умов перебування дітей у дошкільних навчальних закладах. Економія коштів бюджетної сфери за нових умов за попередніми підрахунками складає майже 300 тис. грн. на рік.

У місті Бердянськ проводиться велика робота щодо розробки та впровадження заходів, спрямованих на забезпечення та підвищення енергоефективності підприємств, організацій та установ. В даній статті наведені лише деякі з них. Але, сподіваємось, і ця інформація послужить прикладом (можливо ідеєю) для багатьох жителів усієї України.

## Література

1. Бердянська суспільно-політична газета «Південна зоря». Фахівці НЕФКО ознайомляться з процесом встановлення сонячних колекторів у дитячих садках Бердянська. /№36 (17358), 11 червня 2016 року. [Електронний ресурс] // [http://pivdenka.berdyansk.net/assets/files/Iyun-2016/Binder1\(3\).pdf](http://pivdenka.berdyansk.net/assets/files/Iyun-2016/Binder1(3).pdf)
2. Програма з енергозбереження та підвищення енергоефективності на території міста Бердянська на 2013 – 2017 роки. / Рішення виконкому Бердянської міської ради № 218 від 10 червня 2013 рік. [Електронний ресурс] // [bmr.gov.ua/api/v1/files/getFile.php?doc=13032](http://bmr.gov.ua/api/v1/files/getFile.php?doc=13032)
3. Програма з підвищення рівня енергоефективності Запорізької області на 2016-2020 роки. / Рішення обласної ради №6 від 31.05.2016 [Електронний ресурс] // <http://www.zoda.gov.ua/news/32630/programma-z-pidvishennya-rivnya-energoefektivnosti-zaporizkoji-oblasti-na-2016-2020-roki.html>

## ПОЗАБАЛАНСОВІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

**Дяченко Ю.Г.**

*викладач експлуатаційних дисциплін  
ПКНГ ПолтНТУ*

**Зотова О.М.**

*завідувач експлуатаційного  
відділення ПКНГ ПолтНТУ*

Види енергії поділяють на відновлювальні і невідновлювальні. Відновлювальні та нетрадиційні джерела енергії – невичерпні, здатні відновлюватись в природі енергетичні ресурси, з вартістю, що наближається до нуля, освоєння та використання яких обумовлює отримання низки загальнонаціональних ефектів [4].

Освоєння нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії розглядається як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження впливу енергетики на навколишнє середовище.

Відновлювальні джерела енергії – це енергоресурси постійно існуючих природних процесів на планеті, а також енергоресурси продуктів життєдіяльності рослинного і тваринного походження. Характерною особливістю відновлювальних джерел енергії є циклічність їх відновлення, яка дозволяє використовувати ці ресурси без часових обмежень [2].

Відновлювані джерела енергії існують на основі постійних або таких, що періодично виникають в природі потоків енергії:

- сонячне випромінювання: біомаса, енергія сонця, вітру, хвиль;
- гравітаційна взаємодія Сонця, Місяця і Землі наслідком якої є морські припливи та відпливи;
- теплова енергія ядра Землі, а також хімічних реакцій та радіоактивного розпаду в її надрах: геотермальна енергія джерел гарячої води – гейзерів.

Крім природних джерел відновлювальних енергоресурсів, сьогодні дедалі більшого значення набувають антропогенні, до яких належать теплові, органічні та інші відходи діяльності людини [2].

До відновлюваних джерел енергії можна також віднести джерела енергії, які за походженням є антропогенними, однак мають характер відновлювальних. У практиці їх називають позабалансовими, які включають:

- побутові та промислові відходи;
- скидний тепловий потенціал електростанцій;
- водень;
- метан, накопичений у вугільних родовищах тощо.

Більш детально зупинимося на способах забезпечення ефективності процесу видобування метану вугільних родовищ та безпечного здійснення розробки вугільних пластів. В наш час значну увагу до проблем

вугільного метану можна пояснити необхідністю нарощування видобутку газу, а також забезпеченням безпечних умов праці шахтарів. У світі видобування метану вугільних родовищ вирішує проблему безпечної їх розробки та захисту довкілля від викидів метану. При виборі ефективної й економічної технології видобування метану вугільних родовищ необхідно знати, що являє собою метан у вугільних пластах. Більшість дослідників у світі вважають, що раптові викиди вугілля і вибухи метану у шахтах спричиняє газ, який перебуває у зв'язаному стані.

У вітчизняній науці, на відміну від зарубіжних шкіл, утвердилася думка, що до раптових викидів вугілля у шахтах призводить газ у вільній фазі, який перебуває під високим тиском у породах-колекторах, ізольованих із боків і згори непроникними породами. Переважна більшість фахівців вважає, що до раптових викидів призводить газ, адсорбційно зв'язаний із поверхнею пор і тріщин у вугіллі, попри те, що у викидах бере участь істотно більша кількість газу, ніж може бути зв'язана за рахунок адсорбції; тривалість викидів і відповідно термін часу, протягом якого газ переходить у вільний стан, значно менші, ніж час, необхідний для процесу десорбції; процес десорбції не може бути джерелом енергії, що здійснює подрібнення і переміщення десятків, а іноді сотень, тисяч тонн вугілля на великі відстані [1].

У 1940-х роках дослідники дійшли висновку, що метан у вугільних пластах знаходиться у стані, що відрізняється від газового. Деякі вважали, що в результаті тривалої дії тиску на газонасичений пласт газ переходить у новий «наднасичений» стан. У 1960-х роках вчені стверджували, але без наведення фізико-хімічного механізму, що у карналітових пластах метан, який призводить до раптових викидів у калійних шахтах, знаходиться у рідкому стані. У 1970-х роках виникла гіпотеза про можливість існування метану у вугільних пластах у формі газогідратів.

В умовах сьогодення для ефективної технології видобування метану вугільних родовищ і створення умов безпечного видобування вугілля необхідно враховувати наступне: існування зон, небезпечних за викидами гірських порід та газів, розташованих поблизу геологічних розломів і перебування метану у зв'язаному стані, коли він не здатний до руху без певних зовнішніх змін.

Досвід випереджувального буріння свердловин за звичайною технологією забезпечує дегазацію порід від зв'язаного газу лише на кілька діаметрів довкола свердловини.

В Україні запропоновано технологію видобування метану з родовищ нетрадиційного типу, включаючи і поклади у вугільних пластах: буріння свердловин, орієнтованих субпаралельно площині нашарування гірських порід або переважаючій системі тріщин, закінчення свердловини відкритим вибоєм і здійснення «розриву навпаки» шляхом розвантаження порід привибійної зони у свердловину дією перемінними тисками та освоєння свердловини [1].

Дослідники пропонують розвантажувати тріщинуваті вугільні пласти і вивільняти метан за рахунок здійснення підземної газифікації найнижчого з вугільних пластів і просідання масиву гірських порід. Але цей спосіб потребує промислового випробування та техніко-економічного обґрунтування.

Таким чином, для ефективного видобування метану вугільних родовищ і створення безпечних умов праці у шахтах необхідно вжити наступні заходи: визначити зони тектонічних розломів; поблизу цих зон пробурити з поверхні дегазаційні свердловини і здійснити або прямий гідророзрив або «розрив навпаки», освоїти свердловини і відібрати максимальну кількість метану; після виснаження пластів закачати воду для заповнення пор і тріщин у вугільних пластах [1].

Важливим є той факт, що розвиток альтернативної енергетики відіграє вирішальну роль у зменшенні парникових викидів, зниженні негативного впливу на довкілля, підвищенні безпеки енергопостачання, а також допоможе зменшити залежність від імпорту традиційних видів енергії. Використання альтернативних і відновлювальних джерел енергії є вагомим фактором для зміцнення енергетичної безпеки та зменшення негативного техногенного впливу на навколишнє природне середовище.

Отже, використання відновлюваних джерел енергії є одним з найбільш важливих напрямів енергетичної політики України, направленої на заощадження традиційних паливно-енергетичних ресурсів, поліпшення стану довкілля та сприятиме зміцненню енергетичної незалежності країни [2].

Варто зауважити, що перспективними напрямками розвитку позабалансових відновлюваних джерел енергії в країні є: біоенергетика, видобуток та утилізація шахтного метану, використання вторинних енергетичних ресурсів, позабалансових покладів вуглеводнів. Тому на основі відновлювальних джерел вагомий розвиток отримують технології одержання теплової та електричної енергії.

### **Література:**

1. Васильченко А.О. Метан вугільних родовищ: фізичний стан у покладах і ефективні способи його видобування / А.О. Васильченко // Нафтова і газова промисловість. – 2010. – №2. – с. 52–55.
2. Дяченко Ю.Г. Відновлювальні джерела енергії: геотермальна енергія Землі / Ю.Г. Дяченко // Екогеофорум 2017: Актуальні проблеми та інновації: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2017. – с. 247-248.
3. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 559 с.
4. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії / О.І. Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен та ін. За заг. ред. О.І. Солов'я. – Черкаси: Вид. ЧДТУ, 2007.

## ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДПРИЄМСТВ ГІРНИЧОДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ: НОВІ НАПРЯМКИ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**Ємець М.А.**

*кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
Інститут проблем природокористу-  
вання та екології НАН України*

Видобуток корисних копалин - надзвичайно енергоємна промисловість, а питання енергозабезпечення є найважливішими при роботі гірничодобувних підприємств. В цьому контексті значний інтерес являє аналіз перспектив використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) як для потреб гірничодобувних підприємств в цілому, так і з використанням техногенно змінених ландшафтів у гірничодобувних регіонах для розміщення в їх межах об'єктів ВДЕ. Аргументи на користь масштабної інноваційної та інвестиційної діяльності у цій сфері лежать в області не тільки сталого розвитку та соціальної відповідальності, у них є надійна економічна основа.

Сім найбільших країн з високорозвинутою економікою (США, Японія, Німеччина, Великобританія, Франція, Італія і Канада) прийняли рішення про декарбонізацію своїх економік протягом XXI століття та трансформацію енергетичних секторів своїх країн до 2050 року. Таке рішення призведе до переорієнтації інвестицій від викопного палива до зеленої енергетики, змінивши тим самим глобальний енергетичний ринок. При цьому країни світу матимуть можливість покінчити із залежністю від викопного палива (вугілля, нафта і природний газ) [1].

Достатня кількість світових гірничодобувних підприємств вже займаються вивченням можливостей масштабного використання ВДЕ, і ця тенденція в світі швидко наростає. Однією з країн, де ВДЕ широко використовуються, є Чилі. У цій країні гірнича промисловість, яка розвивається швидкими темпами, вимагає значної кількості енергії. Як вихід з положення в Чилі все частіше використовують сонячну та вітрову енергію (будуються сонячна електростанція "Catama Solar" на мідному руднику "Chuquibambata", вітрова електростанція для підземного рудника "Cerro Bayo", сонячна електростанція "Pampa Elvira", яка обслуговуватиме процес отримання міді електролізом та ін.). У Канаді вітрова електростанція встановлена на алмазному руднику "Diavik". Потужна вітрова електростанція будується також на півночі провінції Квебек на нікелевому руднику "Raglan". У Бразилії гірничодобувна компанія "Vale" спільно з австралійським підприємством "Pacific Hydro" будує дві вітрових електростанцій в штаті Ріу-Гранді-ду-Норті. В австралійській компанії "Galaxy Resources" на руднику з видобутку літію "Mt Cattlin" близько 15% енергозабезпечення йде з сонячної електростанції [2, с. 21].

У США досить широко поширена практика будівництва сонячних електростанцій на відвалах і хвостосховищах (через великі площі) вже

закритих або експлуатуємих рудників, зокрема для забезпечення рекультивациі та очищення навколишнього середовища. Так, біля відкритого молібденового рудника "Molycon" (штат Нью-Мексико) за роки його роботи накопичилося близько 1 млн тонн відпрацьованих порід. Їх руйнування і вивітрювання призвело до забруднення навколишнього середовища. У 2010 році було прийнято рішення про будівництво на цих відвалах фотоелектричної електростанції потужністю 1 МВт, яка була введена в експлуатацію в 2011 році. Це найбільший об'єкт такого роду в США. Серед інших подібних проектів у США можна виділити сонячну електростанцію на відвалах відкритого мідного рудника "ASARCO Mission Mine" (Арізона), сонячну електростанцію на вугільному руднику "McKinley" (Нью-Мексико), вітрову і сонячну електростанцію на руднику з видобутку сірки «Leviathan» (Каліфорнія) [3].

За прогнозом дослідницької фірми "Navigant" [2, с. 22] до 2022 року 5-8% попиту на електроенергію в світовій гірничодобувній промисловості буде забезпечено за рахунок ВДЕ (з сьогоdnішнього рівня в 0,1%). Планується за цей період увести в дію потужностей ВДЕ на рівні 1438 МВт, при цьому вітрові та сонячні електростанції становитимуть 60% (сонячні електростанції - 493 МВт, вітрові електростанції - 516 МВт). Очікується найбільше розгортання ВДЕ для гірничодобувної промисловості в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні - 505 МВт.

Не виникає сумнівів, що рівень енергоспоживання в Україні міг би бути вищим, ніж він зараз є, особливо у порівнянні із сусідніми країнами Європейського Союзу. Серед основних перешкод, які стоять на шляху до розвитку ВДЕ та покращення енергоефективності в Україні, можна виділити наступні: надмірне регулювання ринку; недостатній технічний розвиток; недостатній рівень популяризації та обізнаності щодо заходів з розвитку ВДЕ, енергоефективності та їх застосування [4, с. 37].

Головна проблема використання ВДЕ в Україні за останні п'ять років - неефективність державної тарифної політики через домінування фінансових інтересів окремих фінансово-промислових груп. Наслідком цього стало надмірне перехресне фінансування, додаткові витрати споживачів та істотне зниження конкурентоспроможності продукції базових галузей економіки.

Крім наведених проблем розвитку ВДЕ в Україні слід додати суттєвий дефіцит земельних ділянок для розміщення об'єктів альтернативної енергетики. В умовах гірничодобувних регіонів проблеми дефіциту земельних ділянок для розміщення ВДЕ не існує.

Наприклад, зараз Криворізький залізорудний комплекс представлений 5 гірничо-збагачувальними підприємствами з 9 кар'єрами, 8 діючими шахтами: ПАТ АрселорМітталл, ПАТ "Північний ГЗК", ПАТ "Центральний ГЗК", ПАТ "Південний ГЗК" та ПАТ "Інгулецький ГЗК". Загальна площа відчужених земель в Криворіжжі становить 69,9 тис. га. З них під кар'єри відведено 15%, відвали - 25%, хвостосховища - 28%. Кар'єри в Криворізькому басейні займають площу близько 4,0 тис. га, площа під відвалами розкривних порід і некондиційних руд становить 6,0 тис. га. Тільки на території міста Кривий Ріг розташовано 19 відвалів розкривних порід. З порушених земельних площ рекультивовано всього близько 1%,



а до 8% площ знаходяться поза виробництвом гірничих робіт і не використовуються в сільському господарстві [5, с. 59].

Використання потужностей гірничодобувних підприємств, орієнтованих на видобуток з надр тільки залізорудної сировини, призвело до того, що з видобутої гірничої маси на металургійну переробку надходить всього лише її 1/5 частина, решта є відходами виробництва йде у відвали і хвостосховища. Тому на території Криворізького басейну в процесі видобутку і переробки залізних руд накопичені також значні обсяги відходів збагачення (шламів, хвостів збагачення). Їх кількість, за різними оцінками, становить від 5 до 8 млрд т. Хвостосховищами зайнято до 10 тис. га земельних угідь.

Таким чином, для ефективного управління інноваційною та інвестиційною діяльністю підприємств гірничодобувного комплексу в сфері енергозабезпечення за рахунок ВДЕ з максимальним використанням ландшафтного потенціалу порушених гірничими роботами земель необхідно здійснити реалізацію наступних науково-практичних завдань:

- оцінити ресурсні обмеження на розвиток альтернативної енергетики та обґрунтувати можливості підвищення потенціалу для ВДЕ при використанні змінених техногенних ландшафтів в гірничодобувних регіонах;
- оцінити можливий вітровий потенціал та інтенсивність сонячної радіації на змінених техногенних ландшафтах;
- розробити технічні умови на цілеспрямоване формування техногенних ландшафтів для підвищення ефективності застосування ВДЕ;
- обґрунтувати технологічні рішення та їх параметри з розширення масштабів використання ВДЕ за рахунок залучення техногенно змінених ландшафтів;
- обґрунтувати масштаби застосування ВДЕ на змінених техногенних ландшафтах в гірничодобувних регіонах України.

## Література

1. G-7. Leaders' Declaration : Schloss Elmau, Germany, June 8, 2015. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/06/08/g-7-leaders-declaration>.
2. Шапар А.Г. Перспективи використання альтернативних джерел енергії в умовах техногенно змінених ландшафтів у гірничодобувних регіонах / А.Г. Шапар, М.А. Ємець, П.І. Копач // Екологія і природокористування: зб. наук. праць ІП-ПЕ НАН України. – Дніпропетровськ, 2015. – Вип. 19. – С. 20 - 30.
3. Верховина С.С. Возобновляемые источники энергии на добыче полезных ископаемых. [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.zolotodb.ru>.
4. Стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні : аналіт. доп. / О.М. Суходоля, А.Ю. Сменковский, А.І. Шевцов, М.Г. Земляний; за ред. О.М. Суходолі. - К. : НІСД, 2013. – 104 с.
5. Долгова Т.И. Комплексная оценка состояния почв в горнодобывающих районах и прогноз последствий их техногенной трансформации : дис. на соиск. учен. степ. докт. техн. наук (21.06.01) / Нац. горн. ун-т. - Днепропетровск, 2005. - 351 с.

## АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА – ПРІОРИТЕТНІ НАПРЯМКИ ВИКОРИСТАННЯ

**Левінським М.А.**

студент 2 курсу ІПФ

НПУ імені М.П.Драгоманова

Україна продовжує виборювати свою незалежність. І ця боротьба відбувається не лише в політичній, воєнній та економічній сфері, а й у енергетичній. Енергетична незалежність це крок у розбудові сильної і економічно держави, коли і промисловість і населення впевнені у майбутньому. Сьогодні Українська економіка, як і багато інших Європейських країн в значній мірі залежить від імпорту енергоносіїв. Одним із напрямків розвитку енергетичного потенціалу України, експерти вважають розвиток альтернативної енергетики. Для цього ми маємо всі передумови.

Альтернативні джерела енергії – (відновлювальні) постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі. До цих джерел належать енергія сонця, вітру, геотермальна, аеротермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів. В нашому дослідженні розглянемо ресурси, які на думку експертів в цій галузі потенційно можна використати в умовах України. Так достатньо великий потенціал застосування мають: біоенергетика, вітроенергетика, сонячна енергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика, енергія доквілля.

Енергія Сонця вважається сьогодні як найбільш безпечною для доквілля. Такі установки виробляють електричну енергію у випадку коли установки освітлюються світлом. Енергію Сонця використовують: для нагріву теплоносія або для безпосереднього вироблення електричної енергії. Робота сонячних установок буде забезпечена на всій території України. Досвід країн ЄС та північної Америки свідчить, що сонячна енергія може використовуватись в промисловому масштабі навіть вночі. Так в Іспанії і США існують підприємства, які в темний час доби генерують електроенергію з тепла, яке накопичене в денну частину доби.

Вітроенергетика — галузь альтернативної енергетики, яка використовує кінетичну енергію повітряних і за допомогою спеціальних установок перетворює її у електричну енергію. Установки умовно поділяють на два типи: з вертикальною та горизонтальною віссю обертання. Перша, використовується як правило для малопотужних систем. Друга – має детально досліджену аеродинамічну теорію, яка дозволяє будувати так звані «вітропарки». Проте їх використання виявило ряд проблем безпечного та екологічного характеру, що стримує швидкий розвиток.

Гідроенергетика — галузь альтернативної енергетики, яка має давні традиції і досвід використання. Енергія отримується за рахунок використання потенціальної та кінетичної енергії води рік.

Екологи висловлюють занепокоєння, що до використання великих електростанцій. Проте Україна має досить великий гідро потенціал малих річок, який свого часу використовувався без шкоди для доквілля, а з

появою великих ГЕС, був занедбаний і втрачений. Сьогодні, його варто відновити і отримувати значну економію паливно-енергетичних ресурсів. Розвиток малої гідроенергетики сприятиме децентралізації загальної енергетичної системи, та вирішить ряд проблем в енергопостачанні віддалених і важкодоступних районів сільської місцевості.

Геотермальна енергетика — промислове отримання енергії, зокрема електроенергії, з гарячих джерел, термальних підземних вод. Геотермальна енергія (природне тепло Землі), акумульована в перших десятих кілометрах Земної кори, і за оцінками експертів рівна 137 трлн. т. у.п., що в 10 разів перевищує геологічні ресурси усіх видів викопного палива разом узятих.

Енергія довкілля. До природних енергетичних джерел довкілля належать тепло атмосферного повітря, води річок, морів, верхнього шару ґрунту та ґрунтові води.

Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал енергії довкілля в Україні оцінюється еквівалентним 12,6 млн. т н.е., а його використання дозволить заощадити близько 15,6 млрд. м. куб. природного газу.

Теплова енергія ґрунту та ґрунтових вод може використовуватися для обігріву приміщень. Відбір теплової енергії з ґрунту здійснюється за допомогою теплових насосів. Температура теплоносія у ґрунтовому теплообміннику становить від 3-5°C до 10-12°C і є придатною для застосування. Теплові насоси забезпечують підвищення температури теплоносія до 40-70°C. Досвід провідних країн свідчить, що енергію ґрунту найчастіше використовують у теплонасосних установках потужністю 10-20 кВт, які обслуговують окремі невеликі будинки. В умовах України це можуть бути приватні будинки міст та сіл.

Біоенергетика - галузь енергетики, заснована на використанні біопалива, яке виробляється з біомаси.

Біомаса - біологічно відновлювальна речовина органічного походження, що зазнає біологічного розкладу (відходи сільського господарства, рослинництва і тваринництва), лісового господарства та технологічно пов'язаних з ним галузей промисловості, а також органічна частина промислових та побутових відходів. Для України біоенергетика є одним із стратегічних напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії, враховуючи великий потенціал біомаси, доступної для виробництва енергії.

У перспективі розвиток біоенергетичного сектору в Україні дозволить суттєво скоротити залежність від імпортованих енергоресурсів і поліпшити екологічний стан за рахунок використання таких видів палива як: біогаз, біоетанол та біодизель.

Біогаз – газ, отриманий з біомаси, що використовується як паливо. Виробництво енергії з біогазу не шкідливе для оточуючого середовища, оскільки не спричиняє додаткову емісію парникового газу CO<sub>2</sub> і зменшує кількість органічних відходів. На відміну від енергії вітру і сонячного випромінювання, біогаз можна отримувати незалежно від кліматичних і погодних умов, а на відміну від викопних джерел енергії – біогаз в Україні має великий відновлюваний потенціал. Теоретично річний потенціал виробництва біогазу в Україні становить 3,2 млрд. м. куб.

Таким чином, провівши аналіз інформаційних ресурсів можемо зробити висновок, що розвиваючи альтернативну енергетику в Україні, в найближчому майбутньому можна збільшити енергетичний потенціал країни, підвищити рівень екологічної безпеки держави, і покращити рівень життя населення за рахунок створення робочих місць.

Аналізуючи карти і діаграми енергетичних потенціалів України можна виділити пріоритетні території для використання описаних нами видів альтернативної енергетики. Так, західна, гірська і при гірська місцевість України за рахунок своїх особливостей найбільш придатна для вітрогенерації, гідро генерації на річках, термальних вод та відходів деревообробної промисловості. І не дуже підходить для отримання енергії сонця, через часті несприятливі погодні умови, та енергії довікля у вигляді тепла землі чи річок. Східна Україна окрім свого вугілля може стати виробником енергії з вітру та сонця, за рахунок великих степних просторів. Південна Україна. Весь приморський регіон має великий потенціал вітрової та сонячної енергії, а Автономна Республіка Крим також має геотермальний потенціал. А за рахунок аграрних потужностей енергія з відходів може зробити цей регіон енергонезалежним. Центральна Україна має великий потенціал у біоенергетиці паливом для якої слугуватиме відходи від аграрних потужностей, чи вирощування енергетичних культур. Також можна ефективно використовувати тепло землі та енергію Сонця.

#### **Джерела:**

1. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України  
[Електронний ресурс]: Режим доступу, URL: <http://sae.gov.ua/uk/ae>

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА БУДІВЛЯ: ТЕРМІНИ І ПОНЯТТЯ**

**Немченко К.Ю.**

*студентка 1 курсу ФІТ*

*Київський національний університет  
імені Т.Г. Шевченка*

Людина для комфортного проживання створила житло, оснастила його різними інженерними системами. Сучасні технології дозволяють перетворити оселю у високотехнологічний об'єкт, який управляється електронними системами. Всі зміни здійснювалися з метою створення максимального комфорту для власника. Темпи модернізації житла настільки великі, що пересічні громадяни не встигають усвідомлювати відмінності використовуваних технологій і не в повній мірі розуміють терміни, що описують житлові приміщення.

В нашому дослідженні ми розглянемо історію формування термінів, які називають споріднені за ідеями процеси, проте відмінні за технологіями їх реалізації.

Сучасна будівля – це споруда, яка оснащена різною кліматичною технікою, що забезпечує комфортний мікроклімат в приміщенні.

Ідея автоматизувати інженерні системи життєзабезпечення будинку зародилася ще в 50-ті роки ХХ сторіччя, коли окремі оселі обладнали спеціальними електронними пристроями, що взяли на себе контроль за роботою побутових технічних пристроїв. Вони, за рахунок встановлених датчиків, мали можливість контролювати простір приміщення і оперативно реагувати на зміни контрольованих параметрів. Поява та активне запровадження таких систем контролю дозволили знизити витрати енергоресурсів та встановити контроль за небезпечними компонентами середовища (наприклад витік природного газу).

В 1975 році шотландська компанія Pico Electronics вперше розробила стандарт передачі сигналів побутової апаратури, що дало поштовх для подальшого розвитку технологій управління електроприладами.

В 1978 році в США вперше використано поняття *«інтелектуальна будівля»*, яке свідчило про *продуктивне і енергоефективне використання робочого простору споруди* [1, 288]. Пізніше впроваджено технологію X10, яка стала прообразом сучасної концепції *«розумного будинку»*.

Розвиток комп'ютерних технологій та перехід комунікаційних технологій в цифровий формат дозволили на початку ХХІ століття сформулювати поняття *«електронний будинок»* (Electronic House) – автономний саморегульований та автоматично керований об'єкт, який використовує для своєї роботи різноманітні автоматичні системи.

Найпростішими завданнями, які реалізує технологія *«розумний будинок»*, є управління електропостачанням, освітленням, охоронними системами та інженерними комунікаціями. Функціональне наповнення систем постійно змінюється, тому сьогодні не існує єдиних рішень для даної технології. Система *«розумний будинок»* – це високотехнологічна система, яка поєднує всі комунікації в одну, централізовано керовану штучним інтелектом, яка налаштовується і програмується під потреби замовника. Така система складається з датчиків, керуючих елементів та виконавчих пристроїв, і діє у відповідності до програми. Система може включати такі компоненти: опалення, вентиляцію та кондиціонування, охорону та пожежну сигналізацію, контроль доступу та аварійних ситуацій, відеоспостереження, контроль зовнішнього освітлення та ін.

Паралельно, починаючи з 1988 року, розвивається концепція *«пасивного будинку»*, головна ідея якої полягає у максимальному зниженні енерговтрат. Поняття пасивного будинку було визначено в процесі удосконалення будівельних принципів з метою підвищення енергозбереження та комфорту людини в таких будівлях. Стандарт РНІ дає таке визначення: *«Пасивний будинок – це будівля, в якій тепловий комфорт (ISO 7730) досягається виключно за рахунок попереднього обігріву (або охолодження) маси свіжого повітря, необхідного для підтримання в приміщенні повітря високої якості, без його додаткової рециркуляції»*.

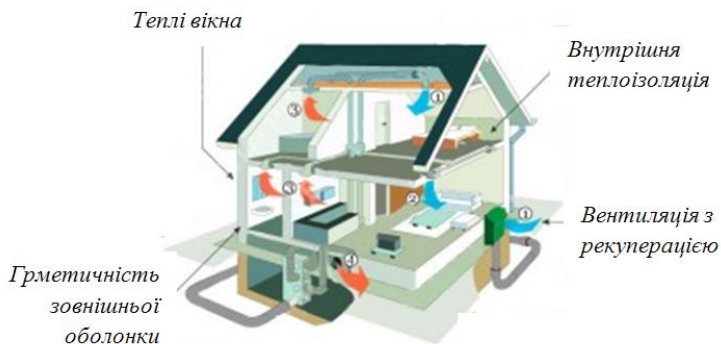


Рис. 1. Пасивні заходи по герметизації приміщень

Тепловий комфорт в таких будівлях досягається завдяки тому, що реалізуються пасивні заходи по герметизації приміщень (ізоляція, рекуперація тепла, застосування сонячного тепла та енергії від внутрішніх джерел) (рис.1). Для забезпечення комфорту в таких будівлях необхідно застосовувати ефективну припливно-витяжну систему вентилявання, яка може відігравати роль опалення. Житлові будівлі з підвищеною енергетичною ефективністю поділяють на декілька типів:

**Пасивний будинок** – характеризується надзвичайно малими витратами і споживанням енергії. Така споруда якісно ізольована (відсутні містки холоду), товщина утеплювача на стінах становить 30 см. Така будівля оснащена механічною вентиляцією і додатковими джерелами тепла. Використовується незалежне енергетичне теплопостачання (теплові насоси, геліопанелі, вітрогенератори).

**Будинок з пониженим енергоспоживанням** – характеризується термоізоляцією не менше 15 см та обладнаний механічною вентиляцією. Використовуються відновлювальні джерела енергії для опалення, водонагріву та виробництва електроенергії.

**Будинок з нульовим використанням енергії** – на сьогодні це експериментальні споруди, які не споживають зовнішньої енергії.

Оскільки концепція пасивного будинку була створена науковцями Німеччини, то енерговитрати нормувалися для клімату Німеччини ( $15 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ ). Проте клімат в Україні більш суворий, і значення нормативу піднято до величини  $40 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ . Для порівняння, звичайні будинки споживають не менше  $120 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ .

Найбільш перспективним для України сьогодні вважається запровадження сонячних колекторів, які, в залежності від встановленої площі робочої поверхні, можуть забезпечувати будівлю теплою водою, а можливо й опаленням. Орієнтовний розрахунок визначає, що площа колектора повинна бути не менше половини площі підлоги приміщення.

У планах Євросоюзу – до 2021 року запровадити у будівництві стандарт за принципом «трьох нулів», що означає нульове споживання ене-

ргії із загальної мережі, нульові викиди забруднюючих повітря речовин та нульові обсяги відходів.

Таке енергетичне споживання досягається за рахунок ефективного використання поновлювальних джерел енергії: Сонця, вітру, біопалива, енергії річок, припливів / відпливів та ін. На сьогодні реалізовані ряд проектів, в рамках яких кількість виробленої енергії перевищує кількість спожитої. Концепція нульового енергоспоживання не виключає можливість підключення до міської електромережі в моменти пікових навантажень або під час дефіциту енергопотужності від поновлюваних джерел, однак після цього в загальну мережу з лишком повертається вся спожита енергія.

*Активний будинок з позитивним енергобалансом* – це споруда, яка отримує енергію з навколишнього середовища за рахунок використання відновлювальних джерел енергії, у кількості що перевищує власні потреби [3]. Для мінімізації енерговитрат і економії ресурсів застосовуються кращі технології пасивних і розумних будинків.

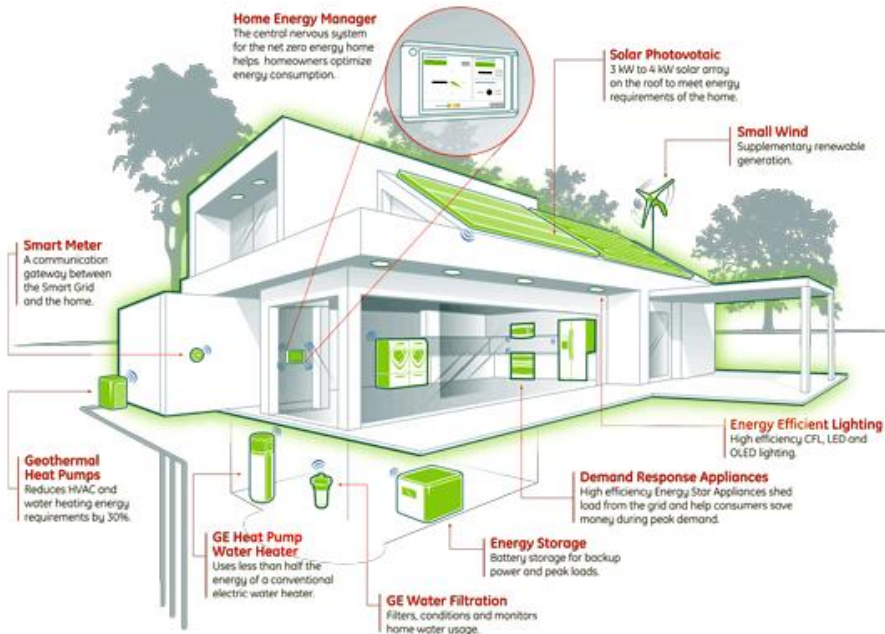


Рис. 2. Активний будинок

Енергозберігаючі будинки, як активні, так і пасивні, мають різноманітну конструкцію – по суті, кожен такий будинок створюється з нуля. Типових екобудинків не існує. Найчастіше обирають каркасне будівництво, яке сторіччями використовувалося в холодних регіонах світу – Канаді та Ісландії. Каркасні конструкції відносно дешеві та дозволяють гнучко варіювати планування житла, а багатошарові панелі, що утворюють по-

верхні, забезпечують гарну теплоізоляцію. Інша перспективна технологія – сітчасті оболонки. Вона поки що рідко використовується для будівництва енергоекономічних будинків, проте часто застосовується для створення секцій сонячних панелей.

Отже, під час проведеного нами дослідження було встановлено, що в ході модернізації будівельних нормативів та стандартів, використанні нових будівельних конструкцій, під впливом розвитку сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та систем автоматизації технологічних процесів трансформувалися вимоги до енерговитратості будівель. Виходячи з різних концепцій були сформульовані незалежні поняття: інтелектуальний, розумний(цифровий), пасивний, активний будинок, які відображають критерії та підходи до формування комфортних умов для людини в приміщеннях та описують технологічні процеси, що забезпечують шляхи їх досягнення.

### Література

1. Чергинец О.А., Колокольникова А.И. Об энергосбережении в автоматизированных системах управления зданиями , 288 – 294.
2. Концепция умного дома // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. Сб. ст. по материалам XIIстуд. Междунар. Заочной научн.-практ. Конф. – М.: «МЦНО». – 2014 - № 5 (12) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/5\(12\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/5(12).pdf)
3. Казаков Г.В. Сонячні будинки: типологічна класифікація 2012 / [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://lib.lp.edu.ua/bitstream/ntb/15730/1/38-235-240.pdf>

### УКД 697.1

## ТЕПЛОУЛАВЛИВАЮЩИЕ СТЕНЫ

**Ковтун Я.В.**

*студентка группы ТЕ-17-1*

*Научный руководитель:*

**Назаренко А.Н.**

*кандидат технических наук, доцент  
Запорожская государственная инженерная академия, г. Запорожье*

Проблема обновления жилищного фонда Украины и пригодность его нынешним запросам по энергосбережению обсуждалась много раз и на разных государственных уровнях. Какого-либо одного постановления столь многогранной проблемы не существует, к вопросу реконструкции и модернизации жилищного фонда надо подходить распределено с учетом интересов всех участников данного процесса — от инвестора до конечного жильца.



Стоит подметить, что в Украине уже на протяжении многих лет ведутся споры, утверждаются программы по внедрению энергосберегающих технологий, принимается Закон «Про комплексную реконструкцию кварталов (микрорайонов) отжившего жилищного фонда» от 22.12.2006 г., суть которых в основном объединяется к сносу старого жилого фонда с постройкой на его месте новейших современных зданий.

Для утепления наружных стен можно применить стену Тромба. Стена Тромба – термин, появившийся в архитектуре пассивных домов. Тромб в своем проекте пассивного дома предложил южную стену использовать как солнечную печку. Летом солнце ходит высоко и прямые солнечные лучи не попадают на стену за счет выступа крыши. Зимой солнце освещает парник и греет днем стену, которая отдает ночью тепло в дом. Стена должна быть выкрашена в темный цвет для максимального поглощения солнечной энергии. Толщина бетонной стены рассчитана из условий 6 часового освещения стены. То есть за это время стена должна прогреться полностью и после захода солнца отдавать накопленное тепло внутрь дома.

Солнечная энергия свободно проходит сквозь стекло и скапливается в черной стене. Нагретый воздух в пространстве между стеклом и стеной приступает подниматься. В стене дома, огороженной стеклом, проделаны два отверстия – вверху и внизу, благодаря которым теплый воздух циркулирует в границах жилого помещения, формируя эффект термосифона.

В холодную ночь может идти обратный процесс, поэтому отверстия в стене следует затворять, а между стеклом и стеной опускать термоизоляционную занавеску. Летом стена Тромба действует в обратной последовательности – охлаждает и усиленно вентилирует помещения дома. То есть – обогрев, и кондиционирование помещения идет без употребления дорогих энергоносителей, и сложных устройств.

При проектировании пассивного солнечного элемента должно учитываться некоторые основные моменты. Высокий смысл здесь будет иметь правильная ориентация здания и пассивного устройства по сторонам света, и так же угол наклона к линии горизонта.

Помещение должно быть расположено так, чтобы стена, на которой будет расположен элемент, была направлена на юг с низким – в 10-20 градусов на запад (по ходу Солнца), отклонением. Так же следует учесть особенности ландшафта – соседние постройки, деревья, рельеф, которые так же защищают дом от слишком яркого солнца летом, и холодных ветров зимой.

И эстетически и термически стены Тромба работают лучше всего тогда, когда они объединены с окнами южной ориентации. Например, они очень эффективны при устройстве окон между стенами Тромба, или, когда окна расположены над стенами Тромба.

Внешняя поверхность должна быть массивной с коэффициентом поглощения более 0,92. Достигается это применением селективных покрытий. Использование селективных покрытий разрешает усилить эффективность стены до 30% (более 60% в более северном климате).

Целесообразность использование теплопередающих стен зависит

от особенностей климата района строительства. На большей части территории Украины климат умеренно континентальный, с четко выраженными сезонами. В южных и западных районах страны климат мягче, чем в северных и восточных, где целесообразнее иметь хорошо утепленные стены. На территориях с мягкой и солнечной зимой выгоднее могут оказаться «солнцепроводные» стены.

Стена эффективно аккумулирует тепло. При падении температуры внутри помещения, стена начинает неспешно отдавать тепло. По сути, стена Тромба является круглогодичным эффективным прибором для обогрева. Если воздушная прослойка имеет толщину 40 см, то стена прогреется за 6-8 часов, а тепло будет отдавать всю ночь.

Тепло, исходящее от солнца скопится темной стороной и хранится в стене. Образовавшаяся воздушная прослойка, как бы увеличивает эффект нагрева, так как стекло мешает выходу обратного излучения в атмосферу. В то время, когда температура внутри комнаты очень медленно падает, тепло передается внутрь. Не зависимо от сезона, стена работает как самый настоящий обогреватель.

### Капитальные затраты на приобретение и установку теплоулавливающих стены

В качестве примера рассмотрим жилое здание площадью 250 м<sup>2</sup>, г. Запорожье.

Капитальные затраты на приобретение и установку теплоулавливающей стены, определяем за формулой (грн).

$$KZ_{CK} = (A_{KM} \cdot 200 + A_{CT} \cdot 100) \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \quad (1.1)$$

где,

$A_{KM}$  – площадь укладки керамогранита, м<sup>2</sup>

$A_{CT}$  – площадь требуемого стекла, м<sup>2</sup>;

200 – стоимость 1 м<sup>2</sup> керамогранита, грн ;

100 – стоимость 1 м<sup>2</sup> стекла, грн ;

1,05 – коэффициент учитывающий запас на стоимость проекта;

1,2 – коэффициент учитывающий запас на стоимость работ ;

1,1 – коэффициент учитывающий запас на стоимость транспортировки и доставки.

В итоге:

$$KZ_{CK} = (80 \cdot 200 + 324 \cdot 100) \cdot 1,05 \cdot 1,2 \cdot 1,1 = 94802,4$$

Так как ранее мы определили, для Запорожья отопительный сезон составляет 6-7 месяцев. Для жилого дома объемом 250 м<sup>2</sup> за отопительный сезон необходимо заплатить 77 000 грн (11 000 грн. × 7 месяцев). Из них 5 месяца не превышает температуру -10 С°, а значит в год можно платить, не за 7 месяцев, а уже за 2. Следовательно, имеем экономию в 55000 грн, за отопительный сезон.

Срок окупаемости, грн. (без кондиционирования)

$$P = \frac{KZ}{\Delta} = \frac{94802,4}{55000} = 1,72 \quad (1.2)$$

Если использовать теплоулавливающие стены летом можно сэкономить электроэнергию на кондиционировании.

В среднем, по подсчетам экспертов, кондиционер работает 860 часов в год. В денежном выражении это по новым тарифам – до 1 465 грн.

За год экономия составляет (55 000 грн +1 465 грн) 56465 грн.

Срок окупаемости, грн.

$$P = \frac{KЗ}{Э} = \frac{94802.4}{56465} = 1.67$$

Выводы: **Солнечная стена Тромба** — это массивная каменная конструкция, которая устанавливается на южной стороне здания за фасадным стекольным ограждением. С экономической точки зрения стена Тромба весьма выгодна. Например отапливаемый сезон в Запорожье состоит из 6-7 месяцев, из них 3-4 месяца не превышает температуру -10°C, а следовательно можно уже сэкономить приблизительно 40 % затраченных средств на отопление.

### Литература

1. Стена тромба, блоки снятия тепла, отопление солнцем стены [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <https://www.forumhouse.ru/threads/217450/>
2. Архитектурный стиль загородного энергосберегающего дома [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: <http://www.mensh.ru/trombewalls>

## СОЛНЕЧНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ УКРАИНЫ 2017

**Маринець С.А.**

*засновник інформаційного*

*Інтернет-ресурсу SolarSoul.net*

Не смотря на отсутствие международных обязательств в области возобновляемых источников энергии и наличия финансирования, которыми располагают страны ЕС, Украина занимает одно из лидирующих мест по наращиванию мощностей фотоэлектрических станций в Европе.

По данным национального агентства по энергоэффективности и энергосбережению Украины, за прошлый 2016 год было построено 99,1 МВт мощностей фотоэлектрических солнечных станций. Это почти в 10 раз больше, чем в 2015 году.

К концу 2016 года, общий потенциал солнечных электростанций увеличился до 530,8 МВт установленной мощности. Эта цифра не включает в



себя фотоэлектрические хозяйства мощностью около 400 МВт находящиеся в Крыму.

Согласно оценке национального агентства энергоэффективности и энергосбережению в этом году в Украине будет установлено около 150 МВт мощностей солнечных электростанций. Еще более оптимистичный прогноз украинской ассоциации возобновляемой энергетики, которая предполагает, что установленная мощность фотоэлектрических станций вырастет на 300-400 МВт за 2017 год.

Потенциал фотоэлектрических станций так же может значительно увеличиться за счет реализации проекта строительства солнечных станций в Чернобыльской зоне отчуждения. Суммарная мощность фотоэлектрических станций составит 1 ГВт. Конкурс по реализации объектов на площади 2 тысячи 500 гектаров зоны отчуждения ЧАЭС уже выиграли две китайские компании. Они планируют инвестировать в проект до 1 миллиарда долларов в течение следующих двух лет.

Солнечная энергетика Украины развивается столь высокими темпами благодаря привлекательному тарифу по продаже зеленой энергии. Текущая ставка «зеленого тарифа» для фотоэлектрических коммерческих станций составляет примерно 0,15 евро за 1 кВтч электроэнергии. Этот тариф действует для станций, которые будут запущены в 2017-2019 годах. В последующем тариф снижается, однако всё равно останется привлекательным для инвесторов.

## ЕНЕРГІЯ БІОМАСИ РОСЛИННОГО ПОХОДЖЕННЯ ЯК ДЖЕРЕЛО АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

**Шум'як Н.Р.**

*керівник гуртків Тернопільського  
обласного центру еколого-натуро-  
лістичної творчості учнівської молоді*

Глобальні зміни клімату та їх вплив на довкілля спонукають до перегляду енергетичних стратегій та пошуку нових технологічних рішень в галузі відновлювальних джерел енергії.

Менш ніж за три століття, з часів промислової революції, людство використало більше половини викопного палива, яке накопичувалося протягом мільйонів років. Сучасні підходи до використання енергії з викопних видів палива швидко змінюються в сторону використання відновлювальних джерел енергії. Зокрема, йде активний пошук та використання високопродуктивних біоенергетичних культур з метою вирощування біомаси для виробництва твердих видів біопалива у вигляді паливних гранул. У структурі відновлювальних джерел енергії у світі більше 50% займає енергія отримана з біомаси рослинного походження та 15% всієї сукупної енергії, яка використовується [1, с.59].

Україна належить до енергодефіцитних країн, яка не в змозі забезпечити енергетичну галузь викопними видами палива, тому для нашої

держави є актуальним завдання розвитку альтернативної енергетики [2, с.1].

Основною перевагою використання відновлюваних джерел енергії є їх невичерпність та екологічна чистота, що сприяє поліпшенню екологічного стану і не призводить до зміни енергетичного балансу на планеті. Відповідно до Енергетичної стратегії України на період до 2030 року, яка схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.06 року № 145-р, загальний річний технічно-досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії країни становить біля 79 млн. тон умовного палива, в тому числі 63 млн. тон – за рахунок освоєння альтернативних джерел енергії [3, с.4].

На даний час все більшої актуальності набуває продукція біомаси та біологічних процесів, що зараз отримала назву «біоенергетика». Згідно даних та фактичного матеріалу світових та європейського досліджень, головним із джерел поновлювальної енергії є біомаса рослин, яка за рахунок фотосинтезу акумулює сонячну енергію у вегетативних органах і може бути перетворена в рідке, газоподібне або тверде паливо та стати альтернативою існуючим видам палива. Використання біомаси для отримання енергії на основі сучасних технологій є екологічно безпечнішим в порівнянні з енергетичним використанням традиційних органічних ресурсів, таких як вугілля. [2, с.3].

В Україні є значний потенціал для організації енергетичних плантацій, спеціально вирощених біоенергетичних культур на землях, які на даний час не використовуються. За статистичними даними від 3 до 5 млн. га. виведених із сільськогосподарського користування. При використанні даного резерву земель Україна має можливість підвищити частку біомаси в енергетичному балансі країни до 20–25%. [1, с.60].

Для ефективного ведення землеробства, особливо на малопродуктивних ґрунтах України, пропонується сучасний підхід з удосконалення нових прийомів та технологічних процесів вирощування біомаси на основі багаторічних злакових культур для виробництва біопалива.

Серед широкого спектру найбільш продуктивних культур з високим адаптивним потенціалом, що використовуються як сировина для виробництва біопалива, можна відзначити свічграс, міскантус, багаторічне сорго й ряд інших біоенергетичних культур. [4, с. 21].

У наших кліматичних умовах доцільно вирощувати Міскантус гігантський як перспективну високопродуктивну енергетичну культуру, яка може стати сировиною для отримання силового (генераторного) газу, паливних пілет, брикетів. Дана рослина привернула на себе увагу вчених, які зайняті пошуком нових відновлюваних джерел енергії, високою врожайністю (20-25 тонн/га сухої маси) та енергетичною вартістю (17-19 МДж/кг) і не вимогливістю до умов вирощування [5, с. 46-58].

Міскантус гігантський (*Miscanthus sinensis giganteus*) – це високоврожайна культура, що досягає висоти 3-4 м на 3-4 рік після висаджування. Дана рослина містить малу кількість мінеральних речовин і велику кількість целюлози (64 – 71% ) і є хорошою енергетичною сировиною.

Якщо спалити вегетативну біомасу Міскантуса гігантського з 1 га, то виділиться стільки ж тепла, скільки при спалюванні 20-25 тонн вугілля

або 15-20 тис. м<sup>3</sup> газу. На другий рік можна отримати промисловий урожай - 4-10 т/га. На третій рік вирощування врожайність становить 35 тонн сухої біомаси. Вуглекислий газ, що звільняється під час спалювання даної біомаси, не перевищує кількості раніше абсорбованої рослинами під час фотосинтезу, і тому не створюватиме парникового ефекту (утворюється замкнений цикл).

На сьогоднішні під міскантус зайнято близько 400 га землі. Варто зазначити, що до 2020 року національний план дій з альтернативної енергетики передбачає виділення 4 млн. га, задіяних під вирощування енергетичних культур. Обсяг площ, які використовуються для вирощування міскантусу, силосної кукурудзи, енергетичних тополі і верби, повинен становити не менше 200 тис. га [6, с.22].

Висновки. Враховуючи аграрний напрямок розвитку держави, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, наявність вільних земель, актуальність енергоефективності в населених пунктах, можна стверджувати, що найбільш перспективним джерелом відновлюваної енергії є тверде біопаливо у вигляді гранул та брикетів на основі біомаси біопаливних культур. Для широкого промислового використання твердого біопалива у паливно-енергетичній галузі України необхідно розробити науково-методичні рекомендації з удосконалення технологічних особливостей вирощування багаторічних біоенергетичних злакових культур різних біотопів з метою збільшення врожайності біомаси, збільшити посівні площі біопаливних культур на малопродуктивних ґрунтах для достатнього забезпечення біосировиною з високими технологічними показниками [4, с. 22].

Біоенергетика, що базується на основі рослинної сировини є новим і перспективним напрямком сільськогосподарського виробництва. Серед широкого спектру різних біопаливних рослин високопродуктивним є Міскантус гігантський, який доцільно вирощувати в умовах агропромислового комплексу України. Тому, Міскантус гігантський як біопаливна культура має право конкурувати з іншими видами біосировини [5, с.58].

### Література:

1. Кунцьо І.О. Вирощування енергетичної верби як сировини для виробництва твердих видів біопалива в умовах Лісостепу України / І.О. Кунцьо, Я.М. Гументик // Наукові праці ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. – К. : ФОП Д.Ю. Корзун. – 2013. – Вип. 19. – С. 59-62.
2. Колодько Т.Г., Губенко В.І. Потенціал виробництва біопалива в Україні / [Електронний ресурс].
3. В.Калініченко Аналітична записка «Про стан використання біодизеля та біоетанолу у світі та в Україні [Електронний ресурс]
4. Гументик М.Я. Перспективи вирощування багаторічних злакових культур для виробництва біопалива // Цукрові буряки. – 2010. – №4. – С. 21-22
5. Лось Л.В., Зінченко В. О., Жайвороновський В.Р. Вирощування і газифікація біопалив – ефективний шлях вирішення «енергетичних» і екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса // Вісник ЖНАЕУ, 2011. – №2 – С.46-58
6. Олійник Є. Вирощування енергетичних плантацій/ Є. Олійник, Т. Єловікова // Агросектор. – 2007. – №7-8 (21-22).

## ТЕПЛОВІ (ГЕОТЕРМАЛЬНІ) НАСОСИ: ПРИНЦИП РОБОТИ

**Ставіченко О.О.**

студент 2 курсу ІПФ

НПУ імені М.П.Драгоманова

Тепловий насос – пристрій для переносу теплової енергії від джерела низькопотенційної теплової енергії (з низькою температурою) до споживача (теплоносія) з більш високою температурою. Термодинамічно тепловий насос аналогічний холодильній машині. Однак якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з будь-якого об'єму випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник – теплообмінним апаратом, що утилізує низькопотенційну теплоту та переробляє її у вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

Зазвичай холодильна машина переносить тепло від джерела, температура якого нижче навколишнього середовища, до джерела, що має температуру навколишнього середовища, - води або повітря; в цьому випадку машина служить для охолодження або підтримки низьких температур в певному обсязі - холодильній камері.

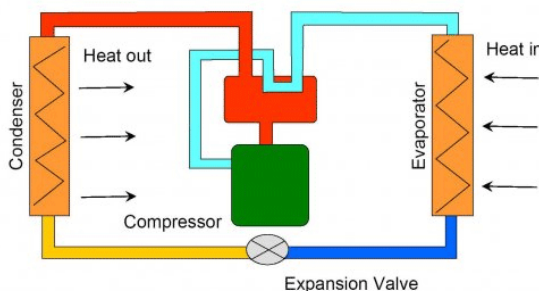
За допомогою холодильної машини тепло можна перенести і до джерела, температура якого значно вище навколишнього середовища. Це тепло можна корисно використовувати, наприклад, для опалення. У цьому випадку холодильну машину прийнято називати тепловим насосом.

Більш конкретний опис роботи теплового насосу полягає в наступному:

1. Незамерзаючий теплоносій, що проходить по трубопроводу, який укладається, наприклад, в землю, забирає по ходу якусь кількість тепла, що накопичене в ґрунті, та нагрівається на кілька градусів. Теплоносій, проходячи через спеціальний теплообмінник, званий випарником, розташований всередині теплового насосу, передає накопичене тепло внутрішньому контуру теплового насоса.

2. Внутрішній замкнений контур теплового насосу заповнений спеціальним хладагентом. Хладагент при низькому тиску і низькій температурі поступає у випарник. Сам хладагент має дуже низьку температуру кипіння.

**Basic Heat Pump Configuration**



Коли він проходить через випарник, забирає накопичене тепло та переходить з рідкого стану в газоподібне з температурою +6град.С.

3. Газоподібний хладагент потрапляє з випарника в компресор - серце теплового насосу, тут він стискається, його температура ще більше підвищується. При стисканні пари проходить виділення великої кількості тепла. Температура рідини підвищується до 35-60град. С.

4. Далі нагрітий хладагент поступає в конденсатор, у якому відбувається передача тепла в контур споживання тепла - контур системи опалення та гарячого водопостачання. Нагрітий до температури 45-60град. теплоносіє спочатку поступає в накопичувальний бак для зняття пікових навантажень теплового насосу. Після цього нагріта вода використовується як для системи опалення - поступає до опалювальних приладів, так і для подачі в точки використання гарячої води.

5. Хладагент, після того як віддав тепло в систему опалення, проходить крізь дросельний клапан, в якому за рахунок моментального зниження тиску, знову переходить в рідкий стан, а температура його різко падає. Після чого цикл повторюється: хладагент знову потрапляє у випарник і забирає низькопотенційне тепло.

Ефективність використання теплового насосу залежить від його коефіцієнту перетворення, який визначається відношенням кількості тепла в кВт, отриманого від теплового насосу, до витрат енергії для роботи компресора (приводу) теплового насоса. Цей коефіцієнт може бути від 2,5 до 5 для різних типів теплових насосів. Так пояснюється велика ефективність використання теплового насосу: тепловий насос, наприклад, споживає 1 кВт електричної енергії, а в залежності від типу теплового насоса і умов його експлуатації, забезпечує 3,5- 7 кВт теплової енергії. Так визначається ККД, або коефіцієнт перетворення теплового насосу. Основне правило - якщо меншою буде різниця температур між вхідною та вихідною температурою теплоносія в системі споживання, тем менше треба затратити енергії компресору теплового насосу для нагріву теплоносія до потрібної температури. Коефіцієнт корисної дії теплового насоса (ТН) найвищий при використанні ТН в низькотемпературних системах опалення - системах з теплими підлогами чи фанкойлами, або з радіаторами, розрахованими на знижену температуру подачі.

Теплові насоси в холодну пору року опалюють приміщення, а в теплу пору року використовуються для охолодження повітря в будинку. В такому випадку тепло з повітря приміщень будинку забирається та передається назад у землю, повітря чи у водоймище. Багатофункційність використання є однією з найважливіших переваг теплових насосів.

На сьогоднішній день теплові насоси - геотермальні, повітряні чи водяні, є найбільш ефективним, екологічним та енергозберігаючим видом теплотехнічного обладнання, що використовується для опалення, кондиціонування приміщень та гарячого водопостачання. Навіть в умовах відсутності державної підтримки та стимулювання впровадження такої енергоефективної техніки для населення України, при високих первинних



інвестиціях,- реальних кращих за теплові насоси альтернатив на сьогоднішній день не існує. Ціни на теплові насоси в зв'язку зі зростанням темпів їх використання та все більшою популярністю в світі, знижуються.

За видом витрачуваної енергії теплові насоси поділяють на:

- Компресійні теплові насоси – споживають механічну енергію;
- Теплоізолюючі теплові насоси – теплову енергію джерел тепла з температурою вище навколишнього середовища;
- Термоелектричні теплові насоси використовують безпосередньо електричну енергію.

У насосах перших двох типів перенесення тепла досягається в результаті вчиненого робочим тілом в машині зворотного кругового процесу (зворотний цикл). У термоелектричній машині перенесення тепла відбувається при впливі потоку електронів на атоми.

В залежності від властивостей і агрегатного стану робочих тіл, за допомогою яких здійснюються процеси, холодильні машини діляться на парові і газові. У парових холодильних машинах робочі тіла при здійсненні процесів змінюють свій агрегатний стан. У газових холодильних машинах агрегатний стан робочого тіла не змінюється.

У холодильній машині зворотний круговий процес, що чиниться за рахунок механічної енергії, отриманої в прямому циклі, може здійснюватися в різних умовах.

Машина працює по холодильному циклу, якщо тепло від джерела низької температури переноситься до навколишнього середовища. У цьому випадку вона служить для охолодження або підтримки постійних низьких температур. При перенесенні тепла від навколишнього середовища до джерела з більш високою температурою холодильна машина працює як тепловий насос і використовується для теплопостачання. Якщо тепло переноситься від джерела низької температури до джерела з температурою вище навколишнього середовища, машина працює по теплофікаційному циклу і служить як для охолодження, так і для теплопостачання.

Тепловий насос - термодинамічна установка, в якій теплота від низькопотенційного джерела передається споживачеві при більш високій температурі. При цьому витрачається механічна енергія.

Велику перспективу представляє використання теплових насосів в системах гарячого водопостачання (ГВП) будівель. Відомо, що в річному циклі на ГВП витрачається приблизно стільки ж тепла, як і на опалення будівель. Джерелом низькопотенційної теплової енергії може бути тепло як природного, так і штучного походження.

В якості природних джерел низькопотенційного тепла можуть бути використані:

- тепло землі (тепло ґрунту);
- підземні води (ґрунтові, артезіанські, термальні);
- зовнішнє повітря.

В якості штучних джерел низькопотенційного тепла можуть виступати:

- вентиляційне повітря;
- каналізаційні стоки (стічні води);
- промислові скиди;
- тепло технологічних процесів;
- побутові тепловиділення.

Таким чином, існують великі потенційні можливості використання енергії навколо нас, і тепловий насос представляється найбільш вдалим шляхом реалізації цього потенціалу.

Раніше тепловий насос використовувався в першу чергу для кондиціонування (охолодження) повітря. Система була здатна також забезпечити певну опалювальну потужність, в більшій чи меншій мірі задовольняє потреби в теплі в зимовий період. Однак характеристики цього обладнання стрімко змінюються: зараз у багатьох країнах Європи теплові насоси використовуються в опаленні та ГВП. Таке положення пов'язане з пошуком екологічних рішень: замість традиційного спалювання викопного палива - використання альтернативних джерел енергії, наприклад, сонячної. Для масового споживача одним з найбільш бажаних варіантів використання нетрадиційних джерел енергії є використання низькопотенційного тепла за допомогою теплових насосів.

Успіх застосування теплових насосів залежить від двох чинників: звідки ви вирішите черпати низькотемпературне тепло, і як обігривається ваш будинок (водою або повітрям).

Справа в тому, що агрегат працює як перевалочна база між двома тепловими контурами: одним, що нагріває, на вході (на стороні випарника) і іншим, опалювальним, на виході (конденсатор). По виду теплоносія у вхідному і вихідному контурах насоси ділять на шість типів: ґрунт-вода; вода-вода; повітря-вода; ґрунт-повітря; вода-повітря; повітря-повітря.

Отже, тепловий насос – перспективне і екологічне обладнання, яке можна використати для опалення. Популярністю в Україні користуються теплові насоси «ґрунт-вода» і «повітря-вода» завдяки можливостям встановлення практично в будь якому місці.

## Література

1. Принцип дії теплового насоса [Електронний ресурс] Режим доступу URL: [http://www.siriusone.net/index.php?action=page&page\\_id=11](http://www.siriusone.net/index.php?action=page&page_id=11)[http://www.siriusone.net/index.php?action=page&page\\_id=118](http://www.siriusone.net/index.php?action=page&page_id=118)
2. Теплові насоси: принцип роботи, ефективність, типи. [Електронний ресурс] Режим доступу URL: <http://opalennya.in.ua/teplovi-nasosy-pryntsy-roboty-efekty/>
3. Что такое тепловой насос. Принцип действия. [Електронний ресурс] Режим доступу URL: <http://www.burservice.com.ua/1/>

**УДК 662.9****ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМ  
ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ****Пастернак В.О.***магістрант кафедри тепло-  
енергетики та гідроенергетики  
Запорізька державна інженерна  
академія*

Одним з найперспективніших напрямків збереження навколишнього середовища є більш широке використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Використання 0,01 % енергії Сонця могло б забезпечити сьогоденні потреби світової енергетики, а використання 0,5 % - повністю покрити потреби на перспективу. Сонячна енергетика відноситься до найбільш матеріаломістких видів виробництва енергії.

Загальна кількість енергії, яка йде від Сонця до Землі, — 123 трлн. тонн умовного палива на рік, тобто в 3000 разів більша, ніж енергія усіх інших видів палива. Для задоволення своїх потреб людство потребує на рік близько 10 млрд. т умовного палива. Теплота згоряння останнього дорівнює 7000 ккал/кг та близька до теплоти згоряння кам'яного вугілля. Якщо енергію, яку постачає Сонце за рік, перевести в таке ж паливо, то вона складе близько 100 трильйонів тонн, що в 10000 разів більше, ніж необхідно. Запаси різних вуглеводнів на Землі складають 6 трильйонів тонн. Таку кількість енергії Сонце віддає за три тижні. Тобто за умов такої витрати енергії Сонце може віддавати її ще близько 5 млрд. років. [1, с. 135].

Сонячний колектор (геліоколектор) — пристрій для збору енергії випромінювання Сонця у видимому та невидимому для людського ока інфрачервоному спектрі. Теплову систему, що працює на основі сонячного колектора, називають геліосистемою.

Згенерована на основі сонячного випромінювання енергія зможе до 2050 року забезпечити 20–25% потреб людства в електриці і значно скоротить викиди вуглекислоти в атмосферу. Як вважають експерти Міжнародного енергетичного агентства (IEA), сонячна енергетика вже через 40 років при відповідному рівні поширення передових технологій буде виробляти близько 9 тисяч терават-годин або 20–25% всієї необхідної електрики, що забезпечить скорочення викидів вуглекислого газу на 6 млрд тонн щорічно [2, с. 26].

Для того, щоб потужність геліоколектора була максимальною, важливими є орієнтація та кут нахилу колектора. Для поглинання максимальної кількості сонячної енергії площа геліоколектора повинна розміщатися перпендикулярно до сонячного проміння. Щоб цього досягти іноді використовують поворотні системи з системою автоматичного слідування за положенням сонця.

Для оцінки оптимальної орієнтації колекторів враховують обертання Землі навколо Сонця та навколо своєї осі, а також зміни відстані від Сонця. Для визначення положення колекторів необхідно враховувати основні кутові параметри: широта міста установки, часовий кут, кут сонячного нахилу, кут нахилу до горизонту, азимут. Геліоколектор орієнтований в південному напрямку та змонтований під кутом від 300 до 650 відносно горизонту, дозволяє досягти максимальних значень поглинання сонячного випромінювання в Україні. Установка з невеликим кутом нахилу більш ефективна в тому випадку, якщо геліоколектор орієнтований на південь.

Теплоносій забезпечує транспортування теплової енергії від сонячного колектора в бак акумулятор. В трубках абсорбера колектора теплоносій нагрівається, а потім віддає тепло водонагрівача через теплообмінник. Найбільш підходящим теплоносителем для геліосистеми є вода. Вона має високу теплоємність і загальнодоступність. Однак використання води в чистому вигляді обмежено кліматичними зонами, в яких не буває негативних температур. В інших же кліматичних умовах, необхідно передбачити запобігання замерзання води, оскільки це може розгерметизувати геліоконтур і привести до поломки сонячних колекторів. Для цього воду змішують з пропіленгліколем. Ріст температури сонячного елемента негативно впливає на здатність генерування електричного струму.

Пил, волога, осідаючи на поверхні геліоколекторів негативно впливає на ефективність. Необхідно регулярно проводити заходи з очищення поверхні колекторів від пилу та бруду. Чим більше нахил установки, тим краще працює самоочищення.

Ефективність сонячного колектора може бути збільшена при використанні теплосприймаючої поверхні селективно поглинаючих покриттів, які мають властивість добре поглинати видиму частину сонячного спектра і практично не випромінювати в інфрачервоній області спектра .

Затемнення грає особливо важливу роль для сонячних установок, так як найслабший елемент сонячної батареї визначає загальну продуктивність всього модуля. Проблематичним є затемнення, викликане місцем розташування, особливо тінню від димових труб, сусідніх будівель, дерев або антен. При монтажі слід звернути увагу на те, щоб на установку не падала тінь. Так тінь від антени може знизити продуктивність системи на 10-50%. При оптимальному розташуванні модуля можна скоротити втрати продуктивності, викликані затемненням. Тому перш, ніж монтувати установку, має сенс провести дослідження зон затемнення. Так само слід звернути увагу на те, що модулі повинні розташовуватися на відстані, щоб не заважати роботі один одного.

Завдання сонячних колекторів — акумуляування сонячної енергії з максимально можливою ефективністю. При проектуванні сонячного колектора використовуються такі відомі принципи, як «парниковий ефект», тобто властивість сонячних променів безперешкодно проходити крізь прозоре середовище у замкнутий простір і перетворюватися в теплову енергію, вже нездатну подолати прозорий «дах» установки;

«термосифонний ефект», тобто властивість рідини при нагріванні підніматися вгору, витісняючи при цьому більш холодну воду і примушуючи її переміщуватися до місця нагріву. Слід також зазначити, що при розробці сонячного колектора враховується і ефект накопичення та збереження теплової енергії. Існують різні типи сонячних колекторів, що відрізняються зовнішніми формами, будовою поглинаючих поверхонь і акумулюючих засобів [3].

Для економіки України проблеми подолання дефіциту енергоносіїв, а також необхідного та своєчасного енергозабезпечення набули особливої гостроти, тому їх розв'язання потребує пошуку альтернативних шляхів енергозабезпечення. Як відомо, на Землі існує багато джерел енергії, але більшість з них вже вичерпується. У той же час потреба у них збільшується — до 2020 року потреба у паливі буде у 3,5 рази більша, ніж у теперішній час, а ціна на них росте. Енергетичні стратегії країн Євросоюзу передбачають два ключові моменти: економію енергії та збільшення частки відновлювальних джерел енергії в паливно-енергетичному комплексі (до 20 %) [4].

### Література

1. Паршиков А. М. Экономические аспекты использования солнечной энергии / А. М. Паршиков // Державотворчі процеси і соціально-економічні моделі розвитку України на сучасному етапі : збірник наукових статей : у 2-х т. Т. 1. — Донецьк : ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2007. — 375 с.
2. BP Statistical Review of World Energy June 2015, Electricity section.
3. Лабейш В.Г. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учеб. пособие. — СПб.: СЗТУ, 2003.— 79 с
4. Фаворський Ю. П. Скільки коштує ловля вітру [Електронний ресурс] / Ю. П. Фаворський // Газета «24». — 2008. — 11 серпня. — Режим доступу: [http://www.avante.com.ua/files/st\\_skilli\\_kosht\\_lovlya\\_vitru.htm](http://www.avante.com.ua/files/st_skilli_kosht_lovlya_vitru.htm)

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ В СУЧАСНИХ УМОВАХ: ОСВІТНІЙ АСПЕКТ

**Березицька М.М.**

*методист,*

*Тернопільський обласний центр  
еколого-натуралістичної твор-  
чості учнівської молоді*

Енергоефективність – це галузь знань, що знаходиться на стику інженерії, економіки, юриспруденції та соціології. Означає раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології та дотриманні вимог до навколишнього середовища [2].

Поняття «енергоефективність» означає досягнення певного результату, наприклад, опалення будинку, з використанням меншої кількості енергії, ніж потрібно зазвичай. Хто ефективно використовує енергію, той запобігає зловживанням ресурсами та охороняє навколишнє середовище. [2]

Використання енергозберігаючої лампочки є досить яскравим прикладом енергоефективності в дії. Адже така лампочка денного світла зазвичай використовує в 5 разів менше електроенергії, ніж звичайна лампа розжарювання, виробляючи при цьому освітлення того ж рівня. [1]

У чому різниця між енергоефективністю та енергозбереженням?

В цілому, ці поняття дуже часто використовуються як рівнозначні. Проте насправді енергоефективність є всього лише одним аспектом енергозбереження.

На відміну від енергозбереження (збереження енергії), яке головним чином направлене на зменшення споживання енергії, енергоефективність (користь енергоспоживання) — це корисна, ефективна витрата енергії.

Говорячи про енергоефективність, маємо на увазі не лише «енергозбереження», тобто економію енергії у повсякденному житті. Мова йде про раціональне та свідоме використання енергетичних ресурсів, доступних кожному, з метою їх дбайливого збереження для навколишнього середовища та наших нащадків.

Енергозбереження включає в себе зміни в поведінці людей, наприклад, відключення електроприладів замість залишання їх в режимі очікування. Ефективне використання енергії призводить до її економії, скорочення виплат по рахунках за комунальні послуги і захисту навколишнього середовища. Як наслідок, зменшується споживання енергоресурсів і викиди парникових газів.

Одне з головних завдань усіх людей на Землі – максимально зберегти природні ресурси для нащадків. Згідно статистики, з усієї споживаної в побуті енергії 70% йде на опалення приміщень, 15% енергії витрачається на приготування їжі, 10% енергії споживає побутова техніка і ще 5% енергії витрачається на освітлення. [3]

Енергоефективність та використання альтернативних джерел енергії – дві головні стратегії багатьох країн щодо скорочення газових викидів в атмосферу. За версією ООН, енергоефективність здатна вплинути на цей процес швидше і не вимагає таких витрат, як адаптація «зелених» технологій, тому і для коригування нинішньої екологічної ситуації вона відіграє велику роль.

Посильний вклад у вивченні енергоефективності та альтернативних джерел енергії можуть внести педагоги, торкаючись цієї проблеми на уроках та у позаурочний час. Зокрема, це стосується екологізації навчальних предметів та використання міжпредметного підходу. Так, предмети природничого циклу: природознавство, біологія, хімія, фізична географія – підійдуть з точки зору спостереження за процесами змін клімату та його наслідками. Економічна географія, економіка та суспільствознавство допоможуть оцінити ефективність використання природних ресурсів; краєзнавство внесе свій внесок у знайомство з місцевими проблемами.

Важливу роль у формуванні свідомості громадян, з питань енергоефективності та використання альтернативних джерел енергії, відіграють заклади позашкільної освіти природоохоронного спрямування. Так, Тернопільський обласний центр еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді постійно проводить інформаційно-просвітницьку роботу з даного питання. Педагоги закладу розробили та працюють над втіленням інформаційно-просвітницького проекту «Зміна клімату: освітній аспект». Його завданнями є:

- Дослідити заходи з адаптації до змін клімату в освітньому процесі.
- Запропонувати пріоритетні напрямки практичної природоохоронної роботи з учнівською молоддю у сфері адаптації до змін клімату.
- Розробити навчально-методичне забезпечення для навчально-виховних заходів з питань адаптації до змін клімату.
- Проводити інформаційно-просвітницьку роботу з питань адаптації до змін клімату та енергозбереження.

Проект розрахований на 2016-2021 роки і має IV етапи. Мета: здійснювати інформаційно-просвітницьку діяльність щодо причин змін клімату пов'язаних з енергоефективністю та енергозбереженням.

В рамках проекту проводяться тренінги, акції, масові заходи, курси, флешмоби як з учнями так і з педагогами навчальних закладів міста та області. Методисти Тернопільського обласного центру еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді розробляють методичні рекомендації, буклети, інформаційні листівки щодо проблем з питань енергоефективності. Так було зібрано матеріал та упорядковано Екологічний всеобуч «Це може зробити кожен». Це збірка рекомендацій для людей, які прагнуть зробити свій внесок в охорону довкілля та збереження ресурсів нашої планети. Поради будуть цікаві для широкого кола читачів, для тих хто любить природу і прагне жити в гармонії з нею. З допомогою цієї збірки прагнемо сформувати енергоефективну свідомість громадян України, зокрема:

- підвищити обізнаність громадян у питаннях сталого енергетичного розвитку, енергетичну освіту дітей і молоді;
- розвинути ефективні системи управління споживанням енергоресурсів на основі сучасних методів моніторингу, аналізу, планування й контролю енергетичних об'єктів;
- заохотити представників органів державної влади та місцевого самоврядування до забезпечення сталого енергетичного розвитку підзвітних територій [3].

Ставимо собі за ціль навчити молодь та дорослих економити:

#### 1. Електроенергію:

- максимальне використання денного світла (збільшення кількості, площі та прозорості вікон);
- збільшення відбиваючої здатності (світлі стіни та стелі);

- оптимальне розміщення джерел штучного світла (місцеве, направлене освітлення);
  - використання освітлювальних приладів лише за необхідністю;
  - підвищення світловіддачі наявних джерел світла (заміна люстр, відбивачів тощо);
  - при виборі нових пристроїв надавати перевагу приладам з меншим енергоспоживанням;
  - використовувати режим автоматичного відключення;
  - підігрівайте лише стільки води/їжі, скільки плануєте використати;
  - не залишайте включеними в мережу зарядні пристрої для мобільних приладів (телефонів, планшетів, нетбуків тощо);
2. Економити тепло:
- зменшення витрат енергії та тепла на власні потреби;
  - використання сучасного обладнання з вищим ККД теплогенерації, напр. конденсаційні котли;
  - ізоляція мереж для зниження втрат тепла у доквілля;
  - зменшення протікань;
  - належна ізоляція опалюваних приміщень;
  - переведення будинків в режим нульового споживання тепла для опалення (температура всередині підтримується за рахунок внутрішнього тепловиділення та гарної ізоляції);
3. Економити воду:
- встановлення приладів обліку використання води;
  - використання води лише коли дійсно необхідно;
  - встановлення установка зливних бачків, які мають функцію вибору інтенсивності зливу;
4. Економити газ:
- підбір оптимальної потужності котла та насосу;
  - належна ізоляція опалюваних приміщень, ефективні радіатори;
  - використання на газових плитах посуду з широким плоским дном, підігрів лише необхідної кількості їжі та води;
  - за можливості перехід на альтернативне опалення (наприклад котли на біомасі, сонячні колектори, теплові насоси).

Педагоги Тернопільського обласного центру еколого-натуралістичної творчості учнівської молоді вірять, що змінити свідомість людини в бік економії енергоресурсів можна. Для цього слід починати з дитинства, а саме вчити дітей бути економними енергоспоживачами.

## Література

1. [https://kyivenergo.ua/shco\\_take\\_energoefektivnist](https://kyivenergo.ua/shco_take_energoefektivnist)
2. <http://www.tovgeo.vn.ua/energy>
3. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=260994>.



## **ПРОСВІТНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В БЕРДЯНСЬКОМУ ЕКОНОМІКО-ГУМАНІТАРНОМУ КОЛЕДЖІ**

**Грунтковська Т.Г.**

*викладач*

**Пшенична Є.І.**

*студентка*

*Бердянський економіко-гуманітарний  
коледж Бердянського державного  
педагогічного університету*

Інформаційно-просвітницька діяльність у навчальному закладі має на меті досягнення суттєвого зниження споживання енергоресурсів за рахунок пропаганди енергозбереження і престижності енергозберігаючої поведінки серед учнів, виховання стійкої переконаності про важливість і необхідність енергозберігаючих заходів.

Проблема енергозбереження вирішується шляхом ефективного використання енергоресурсів через ефективне застосування інноваційних технологій, які повинні бути економічно обґрунтованими, технічно вирішальними, небезпечними з екологічної точки зору, зрозумілими для соціального середовища, такими, що не призводять до зміни звичного способу життя.

Сьогодні перед усіма галузями економіки України стоять завдання раціонального споживання й розумного використання природних та енергетичних ресурсів, створення й впровадження передових енергоефективних технологій.

Основними видами енергії, які використовуються закладами освіти є електрична та теплова енергія. Електрична енергія споживається для освітлення всіх приміщень навчального закладу й гуртожитку, використання електричних плит та чайників, функціонування комп'ютерних клавіш, роботи особистих комп'ютерів учнів та студентів під час підготовки до занять. Теплова енергія надходить для опалення навчальних та господарських приміщень навчального закладу та гуртожитку.

Серед учнів та студентів навчального закладу постійно проводиться просвітницька робота щодо енергозберігаючих технологій. При вивченні багатьох тем на заняттях з екології розмова торкається збереження теплової та електричної енергії. Учні та студенти виступають з доповідями та презентаціями з цієї проблеми. Після виступів обов'язково проводиться обговорення на прикладі навчального закладу та особистих помешкань. На практичних роботах та гурткових заняттях були виконані дослідницькі проекти з порівняння теплового, освітлювального та повітряного режимів приміщень в яких вже були проведені роботи зі збереження енергетичних ресурсів з тими, в яких ці заходи ще не проведені, або проведені частково. Завдяки таким роботам було з'ясовано, що навчальні примі-

щення, в яких проведено заміну вікон, дверей та батарей опалення на сучасні на 20-30% краще зберігають тепло. Заміна старих ламп розжарення на нові енергозберігаючі допомагає навчальному закладу зменшити витрати на оплату електроенергії. Порівняння й розрахунки проведені під час навчальних занять дозволили переконатись у корисності таких заміни. Виконуючи розрахункові роботи, діти на власні очі бачать цифри економії за оплату електроенергії та теплопостачання. Було проведено анкетування, щодо бесід дітей з батьками про впровадження заходів енергозбереження вдома. Отримані результати показали, що майже 80% родин учнів та студентів беруть участь в державних програмах енергоефективності. На засіданнях гуртка були обговорені доповіді кожного з присутніх стосовно участі їх родин в енергозбереженні через утеплення місць помешкання, заміну вікон, дверей, старих систем опалення, використання сучасних ламп освітлення. На конкретних прикладах їх родин було безперечно доведено, що такі заходи дозволяють економити не тільки енергоносії, а й родинний бюджет. У гуртожитку коледжу кожного місяця проводяться рейди з енергозбереження. Впродовж них з мешканцями йде спілкування стосовно їх енергозберігаючої поведінки, перевіряється стан електричних плит на кухнях, наявність та справність приладів енергопостачання. Щоб зменшити витрати електричної та теплової енергії, в кімнатах та приміщеннях гуртожитку також проведено заміну електричних лампочок та старих вікон на нові. Це дає можливість мешканцям комфортно почуватись у стінах гуртожитку. Впродовж останніх років учні та студенти беруть участь в підготуванні й розміщенні листівок та стіннівок до дня охорони навколишнього природного середовища. Ці роботи торкаються всіх глобальних екологічних проблем планети, серед яких важливе місце посідає проблема розумного використання природних та енергетичних ресурсів. За даними Програми розвитку Організації Об'єднаних Націй в Україні, розв'язання проблеми енергоефективності навчальних закладів дозволить скоротити на 20-25% бюджетні витрати країни й зменшити на понад 60000 тон викиди парникових газів, зокрема CO<sub>2</sub>, впродовж найближчих 20 років. Ці цифри свідчать про важливість проведення просвітницької роботи з енергоефективності в усіх навчальних закладах України.

### **Література:**

1. Закон України «Про енергозбереження».
2. Кравченко Т. Сучасний стан і перспективи розвитку енергетичної галузі України / Економіст – 2008 – №6.
3. Перфілоса О.Є. Проблеми та перспективи відродження вітчизняної електроенергетики в контексті реалізації «Енергетичної стратегії України на період до 2030 року»/ Актуальні проблеми економіки – 2009 – №11.

## **ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СВІТЛОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

**Мілютіна О. А.**

*студентка 2 курсу ІПФ*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Переваги Led-технології сприяли досить швидкому поширенню світлодіодних ламп у різних сферах використання. Ці електротехнічні прилади відрізняються характерним яскравим світлом, оригінальним дизайном, довговічністю і малим споживанням енергії. Саме завдяки останнім двом якостям світлодіоди активно поширюються в промисловості та житлово-комунальному господарстві (ЖКГ). Особливо популярним останнім часом став світлодіодний світильник для ЖКГ з датчиком руху, який в автоматичному режимі аналізує присутність людини. Поява руху автоматично подає команду на включення світильника. Відсутність руху впродовж визначеного часу розцінюється як відсутність споживача і надходить команда на виключення світильника. Така система дозволяє раціонально використовувати енергію.

Однією з найбільш перспективних сфер використання світлодіодного освітлення є застосування світлодіодних світильників для ЖКГ в громадських зонах багатоквартирних будинків. Тут досі найчастіше використовуються лампи розжарювання, які в Європейському союзі заборонені для реалізації. Середня багатоповверхівка – це приблизно 500 світлоточок. Якщо вони обладнані 60-ватними лампами, то працюючи 10 годин в день, 30 днів на місяць вони споживають 9000 кВт \* год. в місяць. Якщо тариф 0,42 грн. / кВт \* год., щомісячні витрати на електроенергію складуть 3780 грн., щорічні, відповідно - 45360 грн. на рік, що є достатньо значною сумою. Розділивши суму на 250 квартир, з помісячним платежем, отримаємо лише 15,12 грн. на місяць з обійстя. В загальній оплаті за комунальні послуги, така ціна просто нівелюється і мало хто про неї замислюється. І це при тому, що в розрахунок не включені витрати, пов'язані із заміною ламп які перегорають, які відносно невеликі в порівнянні з величиною загальних витрат, але все ж впливають на загальну вартість.

Початкові витрати на встановлення світлодіодних світильників для господарств потребують порівняно великих капіталовкладень, що багатьох господарів зупиняє. Однак, стрімкий розвиток світлодіодних технологій постійно знижує вартість продукції. Сьогодні якісний світильник для під'їздів може коштувати в межах 280 грн., а то і дешевше. Порахуємо його економічну ефективність: 60-ватну лампу розжарювання може замінити світлодіодний світильник потужністю 5 Вт. Якщо цей світильник обладнаний датчиками освітленості, шуму чи руху, то навіть у темний час доби він або вимкнений, або працює в режимі чергування (енергоспоживання 1-2 Вт). Для розрахунку ми (з запасом) припустимо, що в середньому за 10 годин середньодобової роботи він споживає 5 ват на годину.

Таким чином, витрата електроенергії становить 750 кВт \* год на місяць, або 9000 кВт \* год на рік, що становить сумарні витрати 3780 грн. на рік. Замінювати лампи не має потреби, оскільки гарантія на світлодіодні світильники практично у всіх виробників становить не менше 2х років при розрахунковому терміні служби до 50000 годин (а це понад 13 років).

Противники світлодіодних технологій можуть привести як контраргумент той факт, що енергозберігаючі люмінесцентні лампи в порівнянні з лампами розжарювання споживають істотно менше енергії, і їх використання істотно знижує витрати, в тому числі і в сфері ЖКГ. Але, по-перше, енергозберігаючі лампи не так вже й дешеві, що збільшує витрати на заміну перегорілих ламп, по-друге, вони «не люблять» частих включень і виключень, а отже, не можуть бути використані з датчиками освітленості / руху, по-третє, вони також «не люблять» від'ємних температур, і нарешті, по-четверте, вони вимагають спеціальних заходів з утилізації після використання, так як містять токсичні речовини (ртуть).

Таким чином, з наведених розрахунків очевидно, що термін окупності проекту переходу на світлодіодні світильники для ЖКГ становить не більше трьох років, а використання світлодіодних світильників з датчиками руху допомагає ще більше знизити його.

Крім того в наведених розрахунках не враховано зростання тарифів на електроенергію, вартість якої з кожним роком зростає, що прискорює термін окупності світлодіодних світильників. Під час облаштування освітлення вулиць, доріг, автостоянок, паркових зон, замовники стикаються з безліччю різноманітних дозволів, які іноді перевищують вартість усіх без винятку матеріальних витрат. До мінусів діючих технологій можна також віднести не тільки величезні витрати коштів і часу на отримання дозволів а й матеріальні витрати, вартість яких включають: вартість проводів, підстанції, електролічильника, прокладка кабелю, повітряних мереж. І тому, саме як вихід з цієї ситуації, пропонуємо автономні світлодіодні світильники виготовлені в Україні.

*П е р е в а г и:* Простота встановлення, ніяких зв'язків з енергосистемою, немає потреби використання спеціального устаткування, перевірені технології, мінімальні витрати на монтаж, доставка в любе місце встановлення транспортом невеликої вантажопідйомності, відсутність підключення до електромережі, що не вимагає частого обслуговування, значна економія.

*Висновок:* Об'єкти ЖКГ традиційно вважаються одними з найбільш витратних в плані змісту. За цими показниками вони стоять поруч із заводськими підприємствами середнього рівня. Переваги ж Led-світильників в цьому відношенні обумовлюються не тільки спочатку економним споживанням енергії. Згаданий світлодіодний світильник для ЖКГ з датчиком руху практично виключає марна витрата електрики завдяки системі управління. Є й інші переваги у такого освітлення. Світлодіодні лампи і вважаються найбільш екологічними. Даний фактор є плюсом і з точки зору безпеки для здоров'я споживача, і в плані утилізації непридатних приладів.

## **ТЕХНОЛОГІЇ УТЕПЛЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ**

**Буткова І.В.**

*студентка 3 курсу ІПФ*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Збереження теплоти у власній оселі для кожного є пріоритетною справою, адже це питання комфортних умов життя. Засоби утеплення оселі спрямовані безпосередньо на затримання теплої енергії в межах будинку.

Існує два способи збереження теплоенергії – зовнішній та внутрішній. Зовнішній спосіб передбачає утеплення будинку з зовні, коли внутрішній – з середини.

Внутрішнє утеплення стін можна зробити самостійно або найняти звичайну будівельно-ремонтну бригаду. Терміни виконання внутрішніх теплоізоляційних робіт набагато коротший за терміни виконання зовнішніх теплоізоляційних робіт. При утепленні стін зсередини можна вирівняти поверхню стін. Але при даному способі утеплення є істотні недоліки. По-перше, доводиться жертвувати сантиметрами житлового простору. Іншим недоліком можна назвати зміщення точки роси і процес конденсації вологи.

Теплопровідність сучасних утеплювачів в десятки разів нижче, ніж показник теплопровідності цегли і бетону, тому конденсація вологи відбувається в утеплювачі. При утепленні стін зовні відбувається зміщення точки роси в бік вулиці, при внутрішньому утепленні, навпаки, - у бік приміщення. При зовнішньому утепленні стіни не починають «потіти», що не з'являється цвіль, що не чорніють шпалери, що часто можна спостерігати при невдалому внутрішньому утепленні. Утеплюючи стіни зовні можна закласти в них щілини і стики, до яких зсередини приміщення дістатися неможливо.

Зовнішнє утеплення відноситься до розряду сезонних робіт, так як працювати промислові альпіністи не можуть в дощову або морозну погоду, а внутрішнє утеплення можна проводити в будь-яку погоду і в будь-який час року.

Безумовно, основна якість - можливість утримувати тепло і ізолювати приміщення від холодного повітря. Адже чим менше теплопровідність, тим краще матеріал буде стримувати тепло. З високою теплопровідністю добитися позитивного результату досить-таки складно, по крайній заходів, доведеться використовувати додаткові матеріали.

Також важливий коефіцієнт водопоглинення, який безпосередньо впливає на експлуатаційний термін утеплювача. Слід розуміти, що якісним матеріалом вважається той, який чинить опір підвищеної вологості і лише в невеликих кількостях вбирає вологу.

Матеріал для утеплення фасадів також повинен мати невелику щільність і невелика вага, щоб не створювати зайвого навантаження на фундамент. Це важливо враховувати ще на стадії будівництва будинку, щоб у разі чого, була можливість додати кілька зайвих десятків кілограм.

Ну і, звичайно ж, можливість установки утеплювача своїми руками. Даний критерій має місце бути, коли існує необхідність у скороченні бюджету на будівництво та оздоблення будинку.

Утеплення стін зовні проводиться найчастіше мокрим способом. «Мокрий» метод передбачає використання клеючих сумішей. Процес утеплення стіни передбачає реалізацію ряду етапів: підготовка поверхні; приклеювання утеплювача; укладання армуючої сітки; створення фінішного покриття. Перевагами «морого» методу можна вважати: перевірену на практиці технологію, яка довела свою високу ефективність; широкий асортимент теплоізоляційних матеріалів; великий вибір декоративних покриттів. Серед недоліків слід назвати: багатетапність; необхідність суворого дотримання технологій.

Далі розглянемо теплоізоляційні матеріали для зовнішнього утеплення стін.

При зовнішньому утепленні «мокрим» методом в якості утеплювачів використовують мінеральну вату (базальтову і скловату), а також пінополістирол (звичайний пінопласт або екстрадований пінополістирол) та інші матеріали.

Системи утеплення пінопластом популярні в багатьох країнах. Пінопласт поєднує в собі високу ефективність і низьку вартість, що робить його найбільш затребуваним теплоізоляційним матеріалом для утеплення різноманітних елементів конструкції будівлі. Активно використовується цей матеріал і для утеплення стін, причому застосовують його і для зовнішнього і для внутрішнього утеплення приміщень.

Розглянемо декілька матеріалів, які вважаються доступними і найбільш практичними при утепленні будинку.

Мінеральна вата. Виготовляється їх сплавів силікатних гірських порід, за що її часто називають кам'яною ватою. Також можна зустріти виробу, які були виготовлені з шлаків залишилися після металургійних виробництв. Зустрічається як в рулонах, так і в плитах. Це дозволяє підібрати оптимальний розмір і щільність за місцем безпосереднього використання.

Найчастіше мінвата використовується для теплоізоляції міжповерхових перекриттів, для ізоляції димоходів та печей, а також для утеплення стін. Матеріал володіє хорошими звукоізоляційні властивості.

Але є й кілька недоліків: екологічність утеплювача досить сумнівна. По-перше, це пов'язано з робочим процесом, коли дрібний пил обсіпається з поверхні матеріалу. По-друге, під час пожежі, коли утеплювач тліє, утворюється отруйний дим.

Вата легко вбирає в себе вологу, тим самим, скорочуючи експлуатаційний термін матеріалу. Саме тому в доповненні до неї слід використовувати захисні мембрани, що дозволяють запобігти потраплянню води на поверхню утеплювача.

Це різновид мінеральної вати, яка виробляється з скла, точніше з матеріалів, що залишилися на виробництві. Такий метод дозволяє знизити витрати на виготовленні скловати, щоб ціна на ринку залишалася прийнятною для більшості споживачів.

Скловата. У скловати такий же недолік, як і у мінерального матеріалу - необхідність суворого дотримання техніки безпеки. У разі потрапляння шматочків утеплювача в очі, рот чи ніс, слід звернутися до лікаря. Не старайтесь самостійно позбавитися від них.

Пінополістирол. Відповіддю на питання, який утеплювач краще для фасаду може стати пінополістирол, або як його ще називають - пінопласт. Він складається з безлічі бульбашок, більшість з яких заповнені повітрям. Саме тому даний утеплювач вважається найлегшим серед теплоізоляційних матеріалів.

Область застосування досить широка: фасади будинків, покрівля, перекриття, складські приміщення і багато іншого. Пінопласт легко кріпити самостійно, для цього не потрібен спеціальний інструмент. Тим більше він екологічно безпечний, що дозволяє працювати з ним без рукавичок і захисних масок. Не схильний до гниття і розмноженню цвілі на його поверхні.

Не обійшлося і без мінусів: горючість пінопласту. Хоч він і не дозволяє вогню швидко розноситися по будинку, при контакт з полум'ям матеріал починає плавитися, виділяючи отруйний чорний дим.

Також екстрадований пінополістирол не підходить для тих випадків, коли ви намагаєтесь позбутися від зайвого шуму. Для того щоб підвищити звукоізолюючі властивості матеріалу, необхідно використовувати додаткові засоби захисту.

## СВІТЛОДІОДНІ (LED) ЛАМПИ

**Ткач Д.В.**

*студентка 1 курсу ІПФ*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Вже понад 100 років у людей є можливість навіть у темний час доби користуватися яскравим освітленням. Тільки якщо раніше помічником служила лампа розжарювання, то тепер майбутнє за новими технологіями. Економні, довговічні, безпечні і компактні – вагомні переваги, які роблять світлодіодні лампи все більш популярними [1].

Далі розглянемо будову лампи. LED лампа або світлодіодна лампа – це лампа у якій замість нитки розжарювання багато світлодіодів. Світлодіод це напівпровідниковий прилад що перетворює електроенергію у світло. Від будови напівпровідника залежить світлове випромінювання світлодіода [2].

Принцип дії світлодіодних ламп полягає у випромінюванні



світла від одиночних світлодіодів, що знаходяться в цих лампах, або груп світлодіодів, пов'язаних спеціальною мікросхемою, яка вміщує в собі перетворювач мережевого струму в робочий струм, на якому працюють ці елементи.

Сам же світлодіод являє собою напівпровідниковий аналоговий елемент, який раніше використовувався для індикації в мікроелектроніці. Цей елемент сімейства діодів переробляє електричний струм у світ за рахунок проходження його (струму) через напівпровідниковий кристал. Крім того, він має властивість пропускати струм тільки в одному напрямку.

Якщо детальніше про принцип дії світлодіода лампи, то він складається з анода і катода, які розташовані з протилежних сторін світло випромінюючого кристала, який легований з цих сторін домішками: з однієї – акцепторними, з другої – донорськими. У свою чергу кристал знаходиться на підкладці з різного матеріалу: кремнію, силікону або знаходиться у скляній оболонці.

При проходженні електричного струму від джерела з великим потенціалом (анода, «+»), він рухається через кристал в напрямку електрода з меншим потенціалом (катод, «-»). Цю область переходу струму називають р-п переходом, в якій, власне, і виникає світіння при рекомбінації електронів і дірок в його області [3].

Далі розглянемо основні характеристики LED ламп.

Світловий потік визначає, скільки світла «вийде» від лампи назовні. Чим вища цифра, тим світліше буде у вашому приміщенні. В процесі використання характеристика знижується.

Потужність. Чим вища потужність, тим яскравіше горітиме лампа, але при цьому збільшаться витрати електроенергії. У нормативах є обмеження по перевищенню (допускається + 15%), але немає обмеження за нижньою межею.

Світлова віддача. Це коефіцієнт світлової ефективності. Визначається як співвідношення світлового потоку до потужності. Відображається в Лм/Вт. Чим вище значення світлової віддачі, тим економніше працює лампа.

Температура кольору. Це показник кольоровості лампи, тобто того відтінку, який ми бачимо і найчастіше розрізняємо так:

- «як звичайна лампа» (приблизно 2700-3300 К), ще може називатися теплим кольором;
- денний колір (4000-4200 К) – це колір неяскавого, розсіяного неба;
- холодний колір (більше 5000 К).

Цоколь. Найпоширенішими в домашніх умовах є E14 (так званий міньйон) і E 27. Зазначені цифри означають міліметри діаметра цоколя. Ці види цоколя називають ще «цоколем Едісона» [4].

Розглянемо основні переваги світлодіодних ламп:

- економічна вигода - результат поєднання довговічності та економії електроенергії (термін служби світлодіодів приблизно 50000 годин);



- висока світловіддача; практично всю одержувану енергію світлодіод перетворює в світло, на відміну, наприклад, від лампи розжарювання, яка при однаковій потужності дає світла менше, а виділяє тепла в рази більше;
- можливість вибору колірної температури світла в залежності від мети освітлення: від звичного теплого білого світла лампи розжарювання (2700-3000K) до денного (4000-5500K) або холодного білого світла (6500K);
- LED-лампи стійкі до механічних пошкоджень через відсутність у них крихких елементів, таких як скляна колба або нитка розжарення;
- світлодіодні лампи є одним з найбільш екологічних і економічних джерел світла; в них не міститься ртуть, тому в разі виходу з ладу або руйнування вони не представляють небезпеки і не вимагають спеціальної утилізації;
- в таких лампах відсутній ефект мерехтіння, а також чутливість до частих вмикань [5].

Далі розглянемо порівняльні характеристики потужності ламп розжарювання, енергозберігаючих та світлодіодних (LED) ламп.

Область застосування світлодіодних ламп не знає меж. Вироби можуть використовуватися, де тільки можливо: в супермаркетах, в освітленні інтер'єру, для монтажу вуличного освітлення, для декоративного підсвічування меблів і різних архітектурних об'єктів [6].

Отже, ми отримуємо дешеве світло, тонкі дроти в стіні, мінімальний ризик загоряння ізоляції, дешеві датчики та перемикачі. А ще можна економити на захисних автоматах. Тепер однієї штуки вистачить на всі приміщення і з величезним запасом. В кінцевому підсумку ми бачимо майбутнє саме за світлодіодними лампочками, які будуть економити масу енергії [7].

Лампа накаливания	Люминесцентная лампа	Светодиодная лампа	Световой поток
			
20 Вт	5-7 Вт	2-3 Вт	~200 Лм
40 Вт	10-13 Вт	4-5 Вт	~400 Лм
60 Вт	15-16 Вт	8-10 Вт	~700 Лм
75 Вт	18-20 Вт	10-12 Вт	~900 Лм
100 Вт	25-30 Вт	12-15 Вт	~1200 Лм
150 Вт	40-50 Вт	18-20 Вт	~1800 Лм
200 Вт	60-80 Вт	25-30 Вт	~2500 Лм

## Література

1. Світлодіодні лампи: коротко про головне [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
[https://svetcomplex.ua/ua/statti/svtlododn\\_lamp\\_i\\_korotko\\_pro\\_golovne](https://svetcomplex.ua/ua/statti/svtlododn_lamp_i_korotko_pro_golovne)
2. Лампи лед [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:  
<http://electric.co.ua/lamp-i-led/>

## ЕЛЕКТРОБУСИ: ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ

**Закусило А.І.**

*кандидат фіз.-мат. наук, доцент  
НПУ імені М.П. Драгоманова*

**1.** Сьогодні пасажирські перевезення в основному здійснюються на автобусах, що працюють на бензині, дизельному паливі або зрідженому газі. Електробуси перевозять всього близько 1% пасажирів, проте саме цей сегмент ринку є найперспективнішим і швидкозростаючим.

В недавній публікації [1] від 14.02.2017 стверджується, що електричні автобуси каліфорнійської компанії Proterra протягом 10 років захоплять ринок. Компанія Proterra виробляє автобуси на електричній тязі і впевнено нарощує випуск своєї продукції. У компанії стверджують, що їхні автобуси вже дешевші, ніж дизельні або газові аналоги.

На думку Поппла, вже до 2025 року більшість діючих автобусів будуть електричними, а ще через п'ять років всі нові пасажирські машини будуть пересуватися на електриці. Зараз Proterra поставляє кілька сотень повністю електричних автобусів за рік, однак вже найближчим часом компанією має бути реалізовано ряд великих контрактів. Після таких масштабних проектів зрушення в області пасажирських перевезень стане очевидним.

Про намір перейти на електричну тягу вже повідомив ряд великих автобусних перевізників, і компанії, подібні Proterra, нарощують випуск автобусів для того, щоб виграти нові контракти. Раніше представники Proterra заявляли, що їм вдалося залучити інвестиції в розмірі 140 млн. дол. Всі ці гроші будуть спрямовані на розширення виробництва електричних автобусів.

Proterra активно залучає до роботи колишніх співробітників компанії Tesla. Нещодавно до Поппла і віце-президента компанії Діарміаду О'Коннелл приєднався Джош Інсайн, який тривалий час працював віце-президентом Tesla. Всіх їх об'єднує переконаність в тому, що вже через кілька років США повинні подолати залежність від поставок близькосхідної нафти.

**2.** У вересні 2017 року компанія Proterra сповістила (див. [2]), що її електроавтобус Catalyst E2 Max проїхав 1744 км на одному заряді – світовий рекорд з дальності шляху, пройденого електромобілем без підзарядки.

Довжина автобуса E2 Max становить 13 м, висота – 3,5 м, маса – 17,7 т, ємність акумулятора – 660 кВт·год.

До цього рекорд пробігу на одному заряді батареї був закріплений за електрокаром Schluckspecht-E, який продемонстрував свої можливості в Німеччині в 2011 році. Це був одномісний міні-автомобіль, сконструйований Університетом прикладних наук в Оффенбурзі. Тоді машина змогла подолати відстань 1631,5 км і перевершила досягнення електромобіля Daihatsu Mira, розробленого японцями в 2010 році.

**3.** У заяві від 23 жовтня 2017 року мери 12 великих міст (Лондон, Сіетл, Ванкувер, Париж, Мілан, Лос-Анджелес, Копенгаген, Барселона,

Кіто, Мехіко, Окленд і Кейптаун) озвучили кілька амбітних ідей, які, на їхню думку, допоможуть зробити міста «чистішими, екологічними і процвітаючими» (див. [3]). Серед іншого вони підписали угоду про перехід на електричні автобуси з 2025 року.

Правда, в деяких з цих мегаполісів аналогічні заходи вже активно реалізуються. Наприклад, метрополітен округу Лос-Анджелес (LA Metro) вже зобов'язався здійснити повну електрифікацію до 2030 року, а нещодавно вони оформили замовлення на 100 електричних автобусів.

У Лондоні також є кілька важливих проєктів, які передбачають оновлення громадського транспорту та автомобільного парку в місті. Так, в столиці Британії в минулому році були представлені перші громадські електричні двоповерхові автобуси.

Поряд з обіцянкою закуповувати електробуси, вищезгадані 12 великих міст взяли на себе зобов'язання виконувати і інші ініціативи в області екології.

**4.** Перший український електробус був презентований у Львові в листопаді 2015 року (див. [4]). Цей сучасний екологічний транспорт нового покоління отримав назву «Електрон E19101» і має загальну місткість до 100 пасажирів. Причому для людей з обмеженими можливостями передбачені відкидний пологий підйом і спеціально обладнані місця в салоні. Новий транспортний засіб з низькою підлогою конструкцією має довжину 12 метрів, оснащений системою кондиціонування і автономним обігрівачем. В цьому електроавтобусі силовою установкою служить ведучий міст з інтегрованим тяговим асинхронним електродвигуном потужністю 230 кВт.

Електроавтобус здатний розвивати максимальну швидкість 70 км/год. Запас ходу на одному заряді батарей становить 200 км. Машина оснащена акумулятором, який здатний витримувати від 5 до 8 тисяч циклів перезарядки без зниження своїх номінальних характеристик. У комплект транспортного засобу входить зарядний пристрій, що працює від мережі з напругою 380 Вольт.

Для зарядки батарей автобуса від троллейбусної контактної мережі може бути встановлений струмознімач. При необхідності можна проводити швидку зарядку батарей великим струмом, що дозволить поповнювати до 70% загальної ємності батарей протягом 15-20 хвилин.

Український електробус моделі E19101 оснащений пневматичною двоконтурною гальмівною системою EBS з електронним управлінням.

Кузов «Електрону» виготовлений з нержавіючої сталі.

Новий електробус має незаперечні переваги в порівнянні з існуючими видами міського транспорту – це низькі експлуатаційні витрати, повна відсутність викидів вуглекислого газу в атмосферу, підвищений комфорт для користувачів за рахунок низької вібрації і безшумної роботи машини, низькі витрати на ремонт, а також тривалий термін служби.

Безпосереднім складанням електробуса займалося спільне українсько-німецьке підприємство «Електронтранс», створене в 2011 році концерном «Електрон», фірмою «TransTec F & E Vetschau UG» (Німеччина) і ТОВ «Автотехно-проект». Електробус зібрани на заводі «Електрон».

Вартість громадського транспорту нового покоління становить 9 млн. грн.

**5.** В середині жовтня 2016 року з'явилася публікація [5] про те, що конструкторське бюро компанії «Богдан Моторс» модернізувало електробус «Богдан А70100» і встановило додаткові АКБ. Нові батареї дозволили збільшити запас ходу електричного автобуса до 250 км на одному заряді.

Додатково на модель електробуса «Богдан А70100» можна встановити модуль підзарядки батареї від тролейбусної лінії, який дозволить скоротити процес зарядки акумулятора до 15 хвилин.

Електробус «Богдан А70100» – це міський низькопідлоговий електричний автобус довжиною 12 м, загальною місткістю 80 пасажирів (26 сидінь). Машина виготовлена у співпраці з польськими компаніями Ursus і Epika. На електробуси встановлені літій-іонні батареї і синхронний тяговий двигун на постійних магнітах.

Електрична складова автобуса поставлена польськими партнерами, а все інше виготовлено на потужностях українського підприємства. На даний час електробус «Богдан А70100» успішно обслуговує міські маршрути польського міста Люблін.

Додатково в модель електробуса «Богдан А70100» можлива установка модуля підзарядки батареї від тролейбусної лінії, який дозволяє скоротити підзарядку до 15 хв.

**6.** У найближчі два-три десятиліття багато міст і країни збираються ввести заборони двигуни внутрішнього згоряння, а для цього необхідно значно поліпшити технології електричного транспорту – транспорту майбутнього.

«Богдан Моторс» – це чи не єдиний український автовиробник, який має в своєму модельному ряду не тільки розроблені конструкції, але й виготовлені зразки автобусів з гібридним дизель-електричним приводом і електробуси, які активно експлуатуються в країнах Європи.

Приємно, що популярність української техніки підтверджують останні новинки автобусобудування на Міжнародних виставках ІАА 2016 (Ганновер, Німеччина) і ТРАНСЕКСПО (Кельце, Польща) протягом вересня – жовтня 2016 року.

Отже, з огляду на світові тенденції, виробництво і застосування електробусів в Україні мають дуже хороші перспективи в найближчому майбутньому.

#### **Інтернет-джерела:**

1. <https://ecotechnica.com.ua/transport/2074-elektricheskie-avtobusy-stali-desheвле-dizelnykh-i-zakhvatyat-rynok-v-techenii-10-let.html>
2. <https://ecotechnica.com.ua/transport/2682-amerikanskij-elektrobus-smog-proekhat-1744-na-odnom-zaryade-novyj-rekord-dlya-elektromobilej.html>
3. <https://ecotechnica.com.ua/transport/2780-krupnejshie-goroda-mira-nachnut-perekhodit-na-elektrobusy-s-2025-goda.html>
4. <https://ecotechnica.com.ua/transport/397-elektрон-e19101-pervyj-ukrainskij-elektrobus-byл-prezentovan-vo-llove-video.html>
5. <https://ecotechnica.com.ua/transport/1564-elektrobus-bogdan-ovelichil-zapas-khoda-do-250-km.html>

## ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНА ФАРБА – СТІМКИЙ КРОК НАЗУСТРІЧ РОЗУМНОМУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЮ

**Чигур Т.І.**

*студентка 1 курсу ІПФ*

*НПУ імені М.П.Драгоманова*

Ми починаємо брати приклад з Європи і вчитися у них економити електроенергію, воду та інші ресурси. Нашу увагу привертають нові сучасні технології енергозбереження, серед яких є і теплоізоляційна фарба.

У сучасному будівництві все більше уваги приділяється заощадженню теплової енергії. Ці технології стрімко займають лідируючі позиції і по праву конкурують із звичними пінопластовими і мінеральними утеплювачами.

Основні характеристики:

- чудова теплоізоляція;
- висока відображає здатність;
- пароізоляція;
- підвищена корозійна стійкість;
- стійкість до високих і низьких температур (від  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+250^{\circ}\text{C}$ );
- це не найдешевший утеплювач.

Теплоізоляційні фарби мають широкий ряд функціональних особливостей:

- захисна функція – захист об'єктів від тепловтрат, захист від проникнення холоду, запобігання появи корозії, вологи, цвілі і грибка;
- зміцнення фарбованих виробів – фарба не тільки захищає покриття від різних факторів, а також продовжує експлуатаційний термін забарвлених виробів;
- теплозбереження – основна функція теплоізоляційної фарби, економія електроенергії дозволить заощадити гроші;
- екологічність – теплофарби не виділяють шкідливих речовин і є нешкідливими для здоров'я.

Різновиди теплоізоляційних фарб.

1. За складом теплоізоляційні фарби поділяють на:

- теплоізоляційні фарби на водній основі;
- теплоізоляційні фарби на акриловій основі.

2. За об'єктом застосування виділяють:

- теплоізоляційні фарби для стін — підходять для теплоізоляції внутрішніх і зовнішніх стін, стель і підлоги;
- теплоізоляційна фарба для труб — використовується для фарбування водопроводів, газопроводів, систем вентиляції і кондиціонування;
- фасадна фарба термоізоляційна — підходить тільки для зовнішніх робіт, має термостійкість і вологонепроникність.

Сфера застосування теплоізоляційних фарб Корунд:

- котельні приміщення, опалювальні системи, паропроводи – з метою охолодження вмісту труб;
- зовнішні стіни, фасади будівель – для зменшення тепловтрат;

- для робіт усередині приміщення з метою теплоізоляції і як елемент декору;
- внутрішні поверхні різних громадських приміщень: аеропортів, вокзалів, торгових центрів для запобігання тепловтрат і надання будівлі більшої освітленості;
- стіни, стелі у ванні, душовій кімнаті – для зменшення утворень цвілі і грибка, теплоізоляції і водостійкості.

Корунд представляє чотири види теплоізоляційної фарби.

- Корунд Класик – продається в банках 3, 10 кг або у відрі по 20 л. Відмінно справляється з теплоізоляцією як внутрішніх, так і зовнішніх об'єктів. Температурний режим від -60С до +250С. Ціна за 10 л – 90 \$.
- Корунд Антикор – використовується для нанесення на будь-які металеві поверхні, в тому числі і зіпсовані іржею. Перед нанесенням фарби достатньо лише видалити шматки іржі за допомогою щітки. Ціна за 10 л – 105 \$.
- Корунд Зима – дозволяє проводити роботи по нанесенню фарби навіть при низьких температурах до -10С. Це істотно полегшує утеплення зовнішніх приміщень в зимовий час року. Теплофарбація за 10 л – 103 \$.
- Корунд Фасад – відмінно справляється з теплоізоляцією фасадів будівель. Мінімальна товщина шару при нанесенні даного покриття становить 1 мм. При цьому Корунд Фасад має високі показники паропроникності, і низьку водопроникність. Ціна за 10 л – 97 \$.

Склад: теплофарби передбачає наявність води, наповнювачів, акрилової дисперсії та добавок у вигляді скловолонна, перліту, піноскла або керамічних мікросфер. За консистенцією теплофарби нагадують густу пасту, яка має білий чи сірий колір. Тому легше наносити теплофарбу за допомогою розпилювача, для рівномірного розподілу по всій площі. Якість теплозахисту залежить від того, наскільки товстий шар фарби нанесений на поверхню. Експлуатаційний термін теплофарби становить від 12 до 40 років [2, с.1].

У чому ж секрет цього продукту і чому він володіє відразу безліччю таких важливих для будівельників характеристик?

У моїй статті за приклад взята теплоізоляційна продукція ТМ Корунд. В основі матеріалу використовуються керамічні мікросфери, які заповнені розрідженим повітрям. Саме вони і «працюють» на теплоізоляцію і відображає здатність продукту.

Як сполучна речовина використовується еластичний компонент, який володіє високими антикорозійними властивостями. Для досягнення підвищеної морозостійкості або термостійкості в теплоізолюючих фарбах додають відповідні добавки.

У чому перевага ізоляції комунікацій таким способом?

Дуже часто в котельнях використання класичних методів захисту дуже складно виконати за рахунок великого накопичення трубок, їх складного розміщення. І використовувати обмотку стає трудомістким і місцями просто неможливо, так як для досягнення потрібних показників необхідна велика товщина ізолюється матеріалу. Фарба для теплоізоляції у та-

ких випадках стає реальним вирішенням проблеми - необхідний шар складає всього 3-4 мм.

Теплоізоляційна нанофарба, нанесена в 1 мм, володіє показниками теплопровідності, які рівноцінні мінеральній ваті, товщиною 50-60 мм. Це дозволить не тільки істотно заощадити на товщині утеплювача, але й, можливо, повністю відмовитися від нього. Крім того, за рахунок спеціальних антикорозійних добавок, теплоізоляційні фарби можуть використовуватися як основний засіб захисту від іржі, утворення грибка, конденсату.

Такий комплекс показників допомагає істотно заощадити - ціна квадратного метра утеплюваної поверхні набагато менше, ніж при використанні класичних способів ізоляції.

Нижче наведена невелика інструкція, як швидко і правильно виконати роботи з утеплення за допомогою даної технології.

Підготовка поверхні:

- очистити необхідну площу від пилу й інших забруднень;
- переконайтеся, що вся ізолювана площа суха, якщо необхідно, то висушіть і видаліть зайву вологу;
- необхідно усунути всі вогнища грибка і наплівів;
- всі тріщини, шви, що протікають стики, пошкоджені елементи повинні бути надійно заізолювані.

Важливо! Чиста поверхня - запорука тривалої експлуатації теплоізоляції. Наносити фарбу необхідно при температурі не нижче 100С. Тому що в іншому випадку вона буде лущитися.

Нанесення фарби:

- для початку необхідно визначитися з необхідним шаром - для цього проконсультуйтеся у технічних фахівців компанії, яка продає вам продукцію.
- перед застосуванням фарбу ретельно перемішайте. Не додавайте додатково розчинники або інші суміші;
- наносите фарбу пошарово валиком, пензликом або розпилювачем. Обов'язково дайте повністю просохнути - перерва між нанесенням шарів має становити 24 години;
- шви, місця тріщин і вигини обробіть більш ретельно. Переконайтеся, що в цих місцях ізоляція виконана надійно.

Таким чином даний продукт не просто інноваційний в теплоізоляції. Він допомагає вирішити проблеми, що здавалися просто нездійсненними. Плюси даного матеріалу - володіє високими технічними характеристиками, справляється з важкими завданнями в складних ситуаціях і може використовуватися без залучення висококласних фахівців! До того ж, це досить безпечний утеплювач для вашого будинку [1, с.1].

## **Література**

1. Теплоізоляційна фарба [stroytechnology.net - будівельні матеріали] – Режим доступу до ресурсу: <http://stroytechnology.net/domachne-gospodarstvos/3004-teploizolaziyna-farba.html>
2. Теплоізоляційна фарба: вибір та використання [Як робити ремонт] – Режим доступу до ресурсу: <http://yakrobitiremont.pp.ua/teploizolaciynna-farba-vibir-ta-vikoristannya>

## МЕТОДИ ДОПЛЕРІВСЬКОЇ ІНТЕРФЕРОМЕТРІЇ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

**Сосницька Н.Л.,**

доктор педагогічних наук, професор

**Морозов М.В.,**

кандидат фіз.-мат. наук, доцент

**Мовчан С.І.,**

кандидат технічних наук, доцент

Таврійський державний  
агротехнологічний університет,  
м. Мелітополь

Визначення головних гідромеханічних параметрів частинок водних розчинів є однією із важливих технічних і технологічних задач, які вирішуються в роботі систем повторно обігового використання води в промисловому виробництві. Пояснюється це тим, що оптико-механічні системи є основою для розроблення та експлуатації систем керування та оцінки якості водоочисного обладнання.

При розробці та використанні електрохімічних технологій очищення стічних вод гальванічного виробництва від іонів хрому важливе значення має визначення гідромеханічних параметрів частинок домішок, а саме швидкості, ефективного діаметра та концентрації. Лазерна доплерівська інтерферометрія є одним з найбільш точних методів вимірювання швидкості.

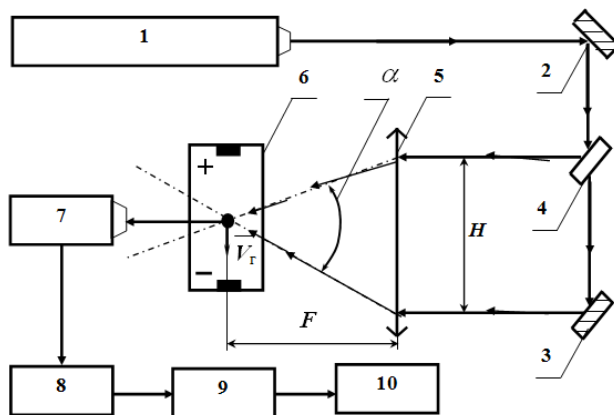


Рис. 1. Оптична схема лазерного доплерівського інтерферометра для визначення швидкості частинок домішок водних розчинів:

- 1 – джерело когерентного випромінювання гелій-неонового лазера ЛГН-222; 2,3 – дзеркала; 4 – світлоподільник; 5 – лінза; 6 – камера з розчином для досліджень; 7 – фотоприймач (ФЕП 84-5); 8 – цифровий запам'ятовуючий осцилограф; 9 – аналого-цифровий перетворювач (АЦП); 10 – персональний комп'ютер (ПК)



При застосуванні цього метода досягається максимальне просторове та часове розділення. Тому подальші дослідження, які спрямовані на вдосконалення та розширення функціональних можливостей метода лазерної інтерферометрії є актуальними [1]. Застосована модифіцирована диференціальна оптична схема (рис.1) доплерівського інтерферометра [2, с. 307].

В основі вимірювання швидкості лежить ефект Доплера. Частота доплерівського сигналу дорівнює:

$$\varphi = \frac{2v}{\lambda} \sin \alpha / 2' \quad (1)$$

де  $v$  - швидкість частинки;  $\lambda$  - довжина хвилі лазерного випромінювання;  $\alpha$  - кут між двома променями, які освітлюють частинку та утворюють систему інтерференційних смуг.

В роботі [3] зроблено математичне комп'ютерне моделювання процесу вимірювання та обробки експериментальних результатів, що дозволяє оптимізувати параметри лазерної вимірювальної установки і автоматизувати визначення параметрів частинок. Величина електрокінетичного дзета-потенціалу частинок домішок визначається за формулою Смолюховського:

$$\xi = \frac{3\eta \cdot v_1}{2\varepsilon\varepsilon_0 E} \quad (2)$$

де  $\eta$  - в'язкість рідини;  $\varepsilon$  - відносна діелектрична проникність;  $\varepsilon_0$  - електрична стала;  $E$  - напруженість електричного поля;  $v_1$  - горизонтальна електрофоретична швидкість.

Якщо визначити вертикальну складову швидкості  $v_2$  для процесу седиментації [4], використовуючи формулу Стокса, визначаємо ефективний діаметр частинки:

$$D = \sqrt{\frac{18 \cdot \eta \cdot v_2}{g(\rho - \rho_1)}} \quad (3)$$

де  $g=9,81 \text{ м/с}^2$  - прискорення вільного падіння;  $\rho$  - густина частинок домішок;  $\rho_1$  - густина розчину.

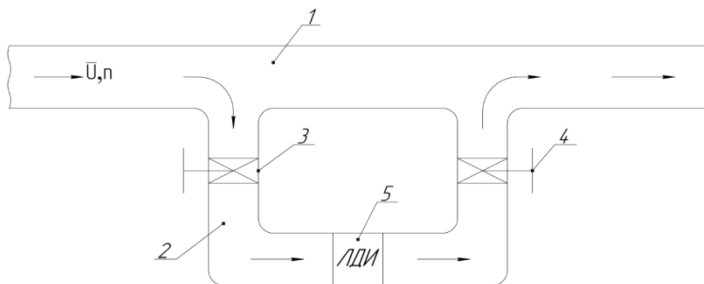


Рис. 2. Схема визначення концентрації частинок домішок та контролю якості очищення стічних вод гальванічного виробництва:  
1 - магістральний трубопровід; 2 - допоміжний вимірювальний трубопровід;  
3, 4 - крани; 5 - лазерний доплерівський інтерферометр

Для контролю якості очищення стічних вод гальванічного виробництва необхідно визначати концентрацію частинок домішок [5] до та після очищення. Вимірювальна камера розташовується на допоміжному трубопроводі (рис. 2), який приєднаний до магістрального трубопроводу системи водопостачання [6].

Використання аналого-цифрового перетворювача електричного доплерівського сигналу з виходу фотоприймача забезпечує можливість автоматизації процесу вимірювання та обробки експериментальних даних у реальному часі [7].

Таким чином, метод доплерівської інтерферометрії використовується для контролю якості очищення стічних вод гальванічного виробництва шляхом вимірювання концентрації частинок домішок.

### Література

1. Коронкевич В.П. Лазерные интерферометрические и дифракционные системы /В.П.Коронкевич [и др.]//Компьютерная оптика. - 2010. -Том 34, № 1.- с.4 – 23.
2. Байбородин Ю.В. Основы лазерной техники/Ю.В. Байбородин.- К.: Вища шк., 1988.- 383 с.
3. Морозов М. В. Моделювання процесу вимірювання гідромеханічних параметрів частинок в лазерній доплерівській інтерферометрії / М.В.Морозов, С.І.Мовчан // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наук. фах. видання / ТДАТУ. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, Т. 8: Моделювання технологічних процесів в АПК: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. - с. 256-264.
4. Патент на корисну модель № 89040 Україна, МПК7 (2014.01) G01 N 15/00. Спосіб вимірювання швидкості частинок у розчині [текст]: / М.В. Морозов, Л.Є. Нікіфорова, С.І. Мовчан. – Заявка № u 2013 12593; заявл. 28. 10. 2013, опубл. 10.04.2014, Бюл. №7.
5. Патент на корисну модель № 86614. Україна, МПК7 (2013.01) G01 № 15/00. Спосіб контролю якості очищення стічних вод [текст]: /С.М. Епоян, М.В. Морозов, С.І. Мовчан.- Заявка № 2013 06821; заявл. 31.05.2013, опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.
6. Патент на корисну модель № 96828. Україна, МПК7 (2015.01) G01 N15/00. Пристрій для визначення кількості частинок домішок у воді [текст]: / С.І.Мовчан, С.С. Васюренко, М.В. Морозов. – Заявка № u 2014 06696; заявл. 16.06.2014. опубл. 25.02.2015, Бюл. № 4.
7. Авторські права на твір. Свідоцтво № 70439. Комп'ютерне моделювання й вимірювання параметрів частинок домішок в прозорих рідинах за допомогою багатофункціональних оптичних систем [текст]: / М.В. Морозов, С.І. Мовчан / Заявка № 71112. Від 19.12.2016 р. Дата реєстрації 14.02.2017 р.

## ЗМІСТ

<i>Немченко Ю.В.</i> Енергозбереження – сучасний тренд чи життєва необхідність? .....	3
<i>Касперський А.В., Кучменко О.М.</i> Деякі питання комплексного аналізу енергозбереження, ресурсозбереження та екології .....	6
<i>Компанець Е.В.</i> Енергоефективність в контексті екологічних проблем ...	8
<i>Шевченко В.В.</i> Енергетична безпека реалії та перспективи .....	11
<i>Шкіль С.О., Кітура О.В.</i> Еколого-економічні аспекти ресурсозберігаючих технологій .....	13
<i>Назаренко А.М.</i> Екологічні аспекти енергоефективності .....	16
<i>Бордун І.М., Садова М.М., Пташник В.В., Рагузін В.Ю.</i> Зміна адсорбційних властивостей активованих вугільних матеріалів внаслідок дії ультразвуку .....	19
<i>Селезень В.Д.</i> Вплив теплових електростанцій на довкілля .....	22
<i>Баклажков Б.Е., Шишкін В.О.</i> Управління енергозбереженням як складова системи енергоменеджменту на підприємстві .....	24
<i>Серебренніков С.В., Савеленко І.В., Сіріков О.І.</i> Особливості формування базового сценарію енергоспоживання .....	27
<i>Соломчак О.В., Бойко С.Я.</i> Теоретико-експериментальні дослідження енергетичних характеристик електроприводу станка-качалки .....	30
<i>Сосницька Н.Л., Халанчук Л.В.</i> Методи розв'язування задач теплопровідності .....	34
<i>Тихенко О.М., Куцак А.С., Куцак Н.С.</i> Перспективи застосування «зелених» технологій в авіаційній галузі .....	36
<i>Фролов І.В.</i> Впровадження заходів, щодо енергоефективності та енергонезалежності державних підприємств та держави .....	40
<i>Костюкович В.В., Конюхова Т.Г.</i> Реалізація енергоефективних технологій у місті Бердянськ Запорізької області .....	41
<i>Дяченко Ю.Г., Зотова О.М.</i> Позабалансові відновлювальні джерела енергії .....	44
<i>Ємець М.А.</i> Енергозабезпечення підприємств гірничодобувного комплексу: нові напрямки інноваційної діяльності .....	47
<i>Левінським М.А.</i> Альтернативна енергетика – пріоритетні напрямки використання .....	50

<i>Немченко К.Ю.</i> Енергоефективна будівля: терміни та поняття .....	52
<i>Ковтун Я.В., Назаренко А.Н.</i> Теплоулавливающие стены .....	56
<i>Маринець С.А.</i> Солнечный потенциал Украины 2017 .....	59
<i>Шум'як Н.Р.</i> Енергія біомаси рослинного походження, як джерело альтернативної енергетики .....	60
<i>Ставіченко О.О.</i> Теплові (геотермальні) насоси. Принцип роботи .....	63
<i>Пастернак В.О.</i> Дослідження ефективності роботи систем теплопостачання з використанням геліоколекторів .....	67
<i>Березіцька М.М.</i> Енергоефективність в сучасних умовах: освітній аспект .....	69
<i>Грунтковська Т.Г., Пшенична Є.І.</i> Просвітницька діяльність з енергоефективності в Бердянському економіко-гуманітарному коледжі...	73
<i>Мілютіна О.А.</i> Шляхи зниження енергоспоживання світлотехнічних систем .....	75
<i>Буткова І.В.</i> Технології утеплення приватного будинку .....	77
<i>Ткач Д.В.</i> Світлодіодні (LED) лампи .....	79
<i>Закусило А.І.</i> Електробуси: погляд у майбутнє .....	82
<i>Чигур Т.І.</i> Теплоізоляційна фарба – крок до енергозбереження .....	85
<i>Сосницька Н.Л., Морозов М.В., Мовчан С.І.</i> Методи доплерівської інтерферометрії контролю якості очищення стічних вод гальванічного виробництва .....	88

**Наукове видання**

**Збірник матеріалів  
Всеукраїнської науково-практичної  
Інтернет конференції**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

Київ, 29 листопада 2017 р.

Комп'ютерна верстка: Немченко Н.М.  
Відповідальний за випуск: Немченко Ю.В.

За зміст публікацій, достовірність результатів  
досліджень відповідальність несуть автори.  
Матеріали друкуються в авторській редакції.

---

Підписано до друку 28.11.2017. Формат 60x84/16  
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Verdana,  
Умов. друк. арк. 3,87. Наклад 100 ек.

Адреса редакції:  
проспект Леся Курбаса, 2а, м. Київ, 03680