

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені М.П.Драгоманова
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та охорони праці**

**МАТЕРІАЛИ V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

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

ЧАСТИНА II

Київ, 25 листопада 2020 р.

КИЇВ – 2020

УДК 620.91: 621.31 (063)

Е90

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції. Частина II. Київ, 25 листопада 2020 р. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2020. – 56 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради
Інженерно-педагогічного факультету
НПУ імені М.П. Драгоманова,
протокол № 4 від 25 листопада 2020 р.*

Збірник містить матеріали V Всеукраїнської науково-практичної 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:

- Ю.В. Немченко** – кандидат педагогічних наук, доцент (голова, науковий редактор)
- Д.Е. Кільдеров** – кандидат педагогічних наук, професор, декан Інженерно-педагогічного факультету
- В.В. Шевченко** – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедрою загальнотехнічних дисциплін та охорони праці
- Е.В. Компанець** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
- Н.М. Немченко** – викладач інформатики та інформаційних технологій Боярського академічного лицю «Гармонія» (технічний секретар)

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



Сахара



eco town



РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТІВ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УКРАЇНІ, ЯК ОДИН З КЛЮЧОВИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ ДЕРЖАВИ.

Бурцева С.І.

викладач економіки

*Київське вище професійне училище
будівництва і дизайну*

Анотація. Проблеми в енергетиці завжди гостро стояли перед економікою України. Відсутність будь-яких стимулів до зменшення енергоспоживання призвело до того, що українські підприємства майже не здійснили модернізацію обладнання, спрямовану на енергозбереження. Економіка України виявилася не готовою до високих цін на енергоносії і, як наслідок, стала цілком залежною від них.

Мета статті популяризація та формування цілісного розуміння необхідності реалізації проєктів та програм з енергоефективності та енергозаощадження на усіх стадіях – виробництво, транспортування та споживання енергетичних ресурсів.

В статті розглянуті підходи до впровадження енергозберігаючих проєктів і програм та інструменти їх фінансування.

Ключові слова: *енергоефективність, енергозаощадження, енергозбереження.*

Сьогодні Україна, яка споживає у своєму загальному енергетичному балансі більше ніж 60 % імпортованих енергоресурсів, є однією з самих енергозалежних країн Європи. І цьому сприяє не тільки відсутність енергоресурсів, а й неефективне їх використання, що загрожує як національним інтересам так і національній безпеці країни. Саме тому вирішення питань енергозбереження та енергоефективності є одним з пріоритетних напрямків в умовах енергетичної кризи в країні.

Розглянемо ситуацію, яка складалася з енергоефективністю для кінцевих споживачів, суб'єктів господарювання від яких залежить енергетична складова суспільства та підприємств-представників малого та середнього та корпоративного блоків протягом останніх років.

В Україні, як і в більшості європейських країн, комплексний енергоаудит показав, що понад 30 % кінцевої енергії споживається саме будинками, як багатопверховими так і приватними. Це один з найбільших секторів національної економіки з точки зору енергоспоживання. Слідом йдуть промисловість і транспорт. Але, якщо в індустріальному секторі споживання енергії з часом зменшується (підприємства хоча і поступово, але, все ж-таки впроваджують енергоефективні технології, як за рахунок власних коштів, так і за рахунок залучених інвестицій, в тому числі банківського кредитування), то в житловому майже нічого не змінювалося. Причиною такої стагнації була – наявність відповідних факторів, які перешкождали впровадженню

енергоефективних технологій на регіональному рівні. Чи не найпершим з неузгодженість та нечіткість чинного законодавства щодо розподілу бюджетних ресурсів держави між бюджетами усіх рівнів, періодична зміна порядку зарахування до місцевих бюджетів частини загальнодержавних податків та зборів, гострота бюджетних взаємовідносин між обласними радами та органами місцевого самоврядування. Далі вже відсутність бюджетного перспективного планування щодо нарощування дохідної бази та мобілізації додаткових резервів наповнення бюджету; формування і контролю використання коштів бюджету розвитку міста; недостатність коштів державного та регіонального бюджетів для здійснення інноваційних процесів у сфері енергоефективності. І на сам кінець, недостатня ефективність мотиваційного механізму заохочення сплати податків через відсутність реального спрямування сплачених коштів в економіку регіону.

З приводу кінцевого споживача, об'єднань власників багатоквартирних будинків та житлово-будівельних кооперативів, то можна відзначити, що на сьогодні державою розроблено низку програм з енергоефективності та енергозбереження, які реалізуються, у більшості, через державні банки. З жовтня 2014 року Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України започаткувало програму державної підтримки населення до переходу на альтернативне опалення. Основним меседжем цієї програми стало відшкодування державою частини тіла кредиту, отриманого населенням в державних банках на проведення енергоефективних заходів. Державними банками розроблені відповідні кредитні програми як для фізичних осіб, так і Об'єднань співвласників багатоквартирних будинків (далі – ОСББ) та Житлово-будівельних кооперативів (далі – ЖБК). Ці програми спрямовані на зменшення витрат енергії, перехід на альтернативні джерела опалення, утеплення приміщень, тощо. Для населення – це, в першу чергу, досягнення значного скорочення комунальних витрат населення; економія ресурсів, підвищення продуктивності промисловості і конкурентоспроможності – для країни; обмеження викидів парникових газів в атмосферу – для екології; зниження витрат на паливо і необґрунтованих витрат на будівництво – для енергетичних компаній.

Вперше за багато років Держава запропонувала суспільству європейські підходи до реалізації проектів з енергозбереження. Впровадження вищевказаних програм – це перший важливий крок, який має привести до проведення комплексної термомодернізації житлового фонду в Україні, 80% якого потребує повної термомодернізації. Як свідчить досвід європейських країн, залучення держави, бізнесу та громадян сприяє ефективному розв'язанню цієї проблеми. Досвід багатьох країн показує, що лише комплексна термомодернізація існуючого житлового фонду за участю представників об'єднаних громад здатна кардинально вплинути на скорочення споживання енергоресурсів. Комплексна ж модернізація будівлі, за підрахунками фахівців, може в

остаточному підсумку забезпечити економію енергоресурсів близько 50 %. Міжнародне енергетичне агентство (МЕА) стверджує, що кожен долар США, інвестований в енергоефективність, обернеться 4 доларами США економії, причому такий проект повністю окупиться приблизно за чотири роки.

Що стосується суб'єктів господарювання-представників бізнесу, то у даному напрямку проекти з енергоефективності та енергозбереження також стоять у пріоритеті керівників і власників підприємств, але залежать не тільки безпосередньо від них. У загальному випадку фінансування проектів енергоефективності умовно можна поділити на три режими.

Самофінансування – використання внутрішніх фондів. Якщо суб'єкт господарювання має у власності достатні внутрішні фонди, то можна взяти за основу самофінансування без норми відсотка. Є можливість використовувати інвестиції з кошторису майбутніх витрат. Ці рахунки можуть бути відшкодовані від збережень проекту. Самофінансування, у більшості випадків, є самим рентабельним вибором для фінансування енергозберігаючих проектів, але не завжди такий спосіб є доступним. Постає питання залучення інвестицій для подальшої реалізації енергозаощадних проектів.

Фінансування третьою стороною (інвестором). В Україні існує величезний потенціал для залучення інвестицій у сферу енергоефективності. Україна досить енергоємна держава, адже споживає майже утричі більше енергоресурсів, ніж, наприклад, сусідня Польща. На сьогоднішній день в державі вже прийнято ряд нормативно-правових актів, які дають можливість зайти іноземним інвесторам в ці сфери та надають гарантії повернення своїх інвестицій. Державною агенцією з питань енергоефективності створено Фонд з енергоефективності, як гарантований інструмент надання державної підтримки та залучення інвестицій у здійснення заходів з енергоефективності в житлових будинках та установах бюджетної сфери.

Кредитування (звичайне та за спеціальними програмами). Все ж таки, не дивлячись на всебічну зацікавленість з боку вітчизняних та іноземних інвесторів, питання, що стосується залучення інвестицій до бізнесу в сфері енергозаощадження тільки набуває оборотів. Є низка проблем, за умови яких, бізнес не в змозі або отримати європейські гранди, або ж не може знайти «підходящого» для свого стану інвестора. І якщо з корпоративним блоком це питання більш-менш вдається врегулювати, то з представниками малого та середнього бізнесу ситуація не так розвинена. Саме для такого сегменту були розроблені відповідні кредитні програми спільно з міжнародними донорами, а саме: здешевлення кредитних ресурсів за рахунок коштів Європейського банку реконструкції та розвитку (надалі – ЄБРР), Світової фінансової корпорації (надалі – ІFC), Європейського інвестиційного банку (надалі – ЄІБ), Північної екологічної фінансової корпорації (надалі – НЕФКО) тощо, які у

переважній більшості реалізуються через державні банки. Ключовим аспектом в таких програмах є збереження витрат на енергію, яке у подальшому і буде використовуватися, як одне з основних джерел погашення кредиту.

Реалізація проектів з енергоефективності та сталої енергетики, як було сказано вище – один з пріоритетів України. Основною метою є зменшення енергозалежності держави через енергонезалежність приватного, комунального та бізнес секторів. Програми для приватного та комунальних секторів реалізують декілька банків, такі як, АТ «Ощадбанк», АТ «Укргазбанк», АТ «Мегабанк», АТ «Банк Львів», тощо.

Кредити приватним українським компаніям на проекти підвищення енергоефективності та впровадження відновлюваних джерел енергії через UKEEP надають партнерські фінансові установи. Українська програма підвищення енергоефективності (UKEEP) – це кредитна лінія, розроблена Європейським Банком Реконструкції та Розвитку (ЄБРР) для українських приватних компаній у різних секторах економіки, що мають на меті інвестувати у проекти з енергоефективності та відновлювальної енергетики. На сьогоднішній день банки-партнери програми – це Державний «Укрексімбанк» та банк з іноземними інвестиціями «Райффайзен Банк Аваль». Технічна допомога фінансується урядом Австрії.

Основним показником при інвестиційних проектах з енергозаощадження, що фінансуватимуться за рахунок коштів міжнародних фінансових організацій, є саме внутрішня ставка рентабельності (IRR), яка повинна перевищувати 10%. Для проектів з енергоефективності IRR розраховується виключно на основі фінансової вартості потенційної економії енергії.

На сьогодні, однією з основних проблем є саме показати значення IRR більше за 10% для подальшого структурування угоди під вимоги ЄБРР, IFC, ЄІБ, тощо, але деякі банкіри говорять, що головні труднощі з проектами енергоефективності полягають в їх невеликих обсягах. Банкам розвитку і комерційним банкам напряму за краще вкладати капітал в більш великі інвестиційні проекти, які притаманні корпоративному блоку. Фактично той же обсяг робіт проводиться фахівцями банку при оцінці проекту в 1 мільйон USD, і проекту в 100 мільйонів USD, але можливість отримання маси прибутку в проекті меншого обсягу набагато більш обмежена абсолютними термінами. Умовно-постійні витрати, пов'язані з підготовкою кредитів можуть перешкоджати деяким схемам енергоефективності. Є, що найменше, два основні шляхи вирішення цієї проблеми зі сторони банків. Перший, це збільшити розмір кредиту. В цьому випадку спонсор пропонує включити фінансування для енергоефективності в деякий більший кредит. Наприклад, фінансувати реструктуризацію галузі або поліпшення енергоінтенсивності підприємства. Другий, це пакетування проекту. У цьому випадку, спонсор об'єднує різні проекти енергоефективності, що фінансуються за однією схемою. При комбінації цих проектів, обсяг сумарного кредиту досягає

достатньої критичної суми, щоб відповідати мінімальним критеріям надання кредиту банком. Цей підхід може бути використаний, коли спонсор засновує Енерго-Сервісну Компанію (Energy Services Company) або коли банк виділяє кредитну лінію.

Міжнародні фінансові організації зазвичай відіграють роль піонера у фінансуванні енергоефективних заходів для бізнесу, як власне самі, так і через мережу банків-партнерів. Виходячи з цього, саме для представників малого та середнього бізнесу постійно удосконалюються та розробляються відповідні нові програми, що будуть виступати альтернативою пошуку фінансування у вигляді приватних інвестицій на стороні. Для вирішення питань запровадження енергозаощадних заходів, як у малому та середньому бізнесі, так і корпоративному блоці також необхідно щоб Міжнародні фінансові організації (ЄБРР в тому числі), а також їх банки-партнери повинні поступово відмовитися від існуючих методів надання кредитів і розвинути нові, окремі підходи, які відповідають потребам проектів енергоефективності, а саме спеціальні програми для розвитку фінансування цього напрямку окремо для малих, середніх та великих підприємств з урахуванням специфіки підприємства та критеріїв його оцінювання. Енергоефективність повинна стати пріоритетною метою в нових енергетичних законах і нормах. Проекти, що стосуються енергоефективності, повинні розглядатися окремо. Навчання і обмін інформацією повинні покращитися, щоб гарантувати доступність технічних та фінансових можливостей впровадження проектів енергоефективності.

Фінансової підтримки, перш за все в наданні пільгових інвестицій, потребує розвиток нетрадиційних відновлювальних джерел енергії, як вітроенергетика, сонячна електроенергетика, переробка відходів тваринництва та птахівництва, каналізаційних стоків з отриманням енергетичного ефекту, мала гідроенергетика, виробництво біопалива тощо.

Серед основних факторів, що стримують інвестиції до енергозберігаючих проектів можна виділити недостатність інформованості суб'єктів господарювання про вигоди проектів; дефіцит довгострокових джерел фінансування та високі стартові інвестиції; дефіцит кваліфікованих менеджерів у сфері енергетики та аудиту, а також організаційних ресурсів для налагодження регуляторної бази для проектів по енергозбереженню; недосконалість законодавчої та регуляторної бази, неефективні механізми впровадження прийнятих рішень, тощо.

Незважаючи на вищенаведене, в середньому за весь час дії різноманітних програм з енергозбереження, як для підтримки бізнесу, так і ОСББ, домогосподарств та комунального сектору було досягнуто щорічної економії використання енергоносіїв в середньому близько 30%.

Подальше збереження тенденції значної економії енергії учасниками вищенаведених програм з енергозбереження за рахунок

впроваджених енергоефективних заходів вказує на достатню результативність даних заходів.

Отже, спираючись на вищенаведене, можна стверджувати, що впровадження заходів з енергоефективності є вкрай необхідним для зміцнення економіки України, покращення стабільності енергосистеми, запобігання енергетичної бідності та зменшення викидів CO₂ в атмосферу.

При повній реалізації факторів, що стосуються інвестиційного клімату проектів енергозаощадження, проведенні комплексного енергоаудиту, як системоутворюючих підприємств, так і комунального сектору, комплексній підтримці держави та міжнародних фінансових організацій, Україна поступово буде виходити з переліку енергозалежних країн.

Інформаційні джерела

1. <https://saee.gov.ua/uk/consumers/tepli-kredyty>
2. http://cba.org.ua/images/MANUALS/EE_manual.pdf
3. https://saee.gov.ua/sites/default/files/14_UKEEP.pdf
4. Закон України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року N 74/94-ВР, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
5. Акіншина О.В. Енергоаудит у системі енергоменеджменту підприємства / О.В. Акіншина, Л.І. Третьякова, О.М. Антоненко // Вісник НУ «Львівська політехніка». Логістика. – 2012. – № 735. – С. 4–11
6. Суходоля О.М. Енергоефективність економіки в контексті національної безпеки: методологія дослідження та механізми реалізації : моногр. / О.М. Суходоля. – К. : НАДУ, 2006

ВИДИ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ. ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Задорожна Д.О.

студентка природничо-географічної освіти та екології

Науковий керівник:

Компанець Е.В.

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Національний педагогічний

університет імені М.П. Драгоманова

Анотація. У даній статті наведено види альтернативної енергетики, які широко популяризовані у світі, також, їх основні принципи роботи та складові; статистичні дані, щодо використання альтернативних джерел в Україні (біоенергетика, вітроенергетика, сонячна енергетика, гідро-

енергетика, геотермальна енергетика, енергія доквілля). Порушено тему проблеми енергоефективності економіки та енергозбереження в Україні. Розглянуті реформи у сфері енергозбереження. Проаналізовано міжнародну співпрацю у сфері енергетики. Приділено увагу проблемам раціонального використання енергоресурсів. Описано законодавчу базу та наведено нормативно-правові документи щодо тематики альтернативних джерел. Описано альтернативні види палива, що повністю виготовлені або видобуті з нетрадиційних та поновлюваних джерел енергетичної сировини або є сумішшю традиційного палива з альтернативним. Доведено необхідність використання альтернативних джерел енергії.

Ключові слова: *альтернативні джерела енергії, альтернативні види палива, паливно-енергетичні ресурси, альтернативна енергетика, енергозбереження.*

Основні результати дослідження. Проблема енергозбереження стала дуже популяризованою у сучасному світі. Внаслідок чого з'являються такі проблеми, як: забруднення атмосферного повітря, порушення теплового балансу атмосфери, зміна клімату, вичерпність невідновлювальних традиційних енергетичних ресурсів. Тому, поступово почали з'являтися альтернативні види енергії (біоенергетика, вітроенергетика, сонячна енергетика, гідроенергетика, геотермальна енергетика та енергія доквілля).

Коротко про кожен вид альтернативної енергії:

Біоенергетика – базується на виготовленні палива з біомаси, тобто, речовин органічного походження, що розкладаються у природі (відходи сільського господарства, рослинництва, тваринництва, лісового господарства, органічна частина побутових відходів). Наразі, ця галузь є однією з стратегій розвитку відновлювальних джерел в Україні, враховуючи високу залежність країни від імпорту енергоресурсів. Частка біомаси у валовому енергоспоживанні становить 1,78%, так, для виробництва енергії використовується близько 2 млн. т у рік біомаси різних видів. Використовуються такі енергетичні культури: швидкорослі дерева, багаторічні трави (міскантус, шавнат), однорічні трави (сорго, тритикале), традиційні сільськогосподарські культури (ріпак, соняшник, кукурудза, пшениця тощо).

Вітроенергетика – спеціалізується на перетворенні кінетичної енергії вітру в електричну. Для найкращого використання даного виду енергетики важливо розуміти добові та сезонні зміни вітру, зміну швидкості вітрових потоків у залежності від висоти над поверхнею рельєфу, а також статистичні дані. Найпершою в Україні з'явилась Новоазовська ВЕС у 1996 році. Зростання будівництва спостерігається з 2009 року після запровадження «Зеленого тарифу». Використання енергії вітру найефективніше у таких регіонах, як узбережжя Чорного та Азовського морів, гірські райони, територія Карпатських гір, Херсонська, Миколаївська та Одеська області.

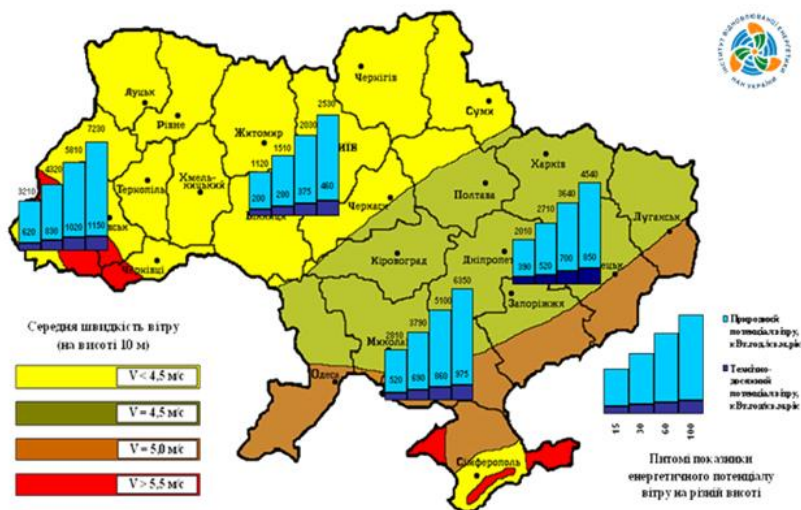


Рис. 1. Енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні кВт/год

Сонячна енергетика – використання сонячного випромінювання для вироблення теплової та електричної енергії. Оскільки вся територія України знаходиться у зоні помірного клімату, використання такого ресурсу можливе у всіх областях. Середньорічна кількість виробленої енергії становить 1 400 кВт*год./м кв. і вище. Максимально ефективне використання даного ресурсу у період з квітня місяця по жовтень. Станом на 01.01.2015 рік в Україні діяло 98 сонячних станцій потужністю 819 МВт.

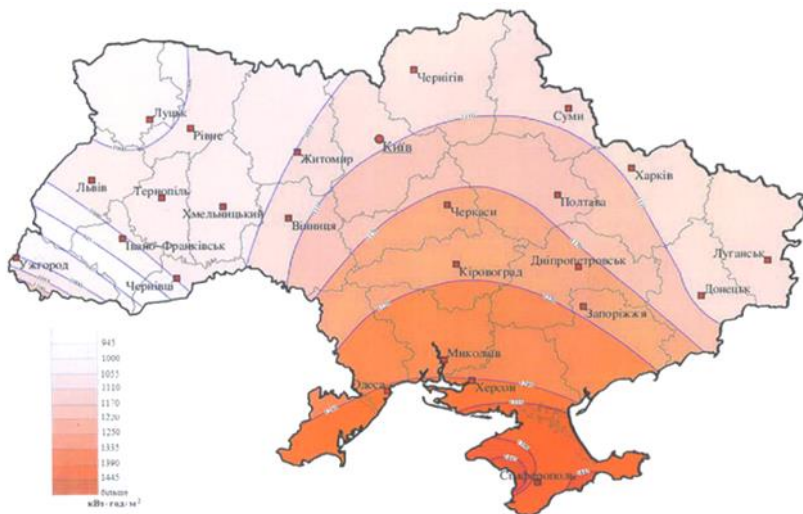


Рис. 2. Розподіл сумарної сонячної радіації на території України протягом року

Гідроенергетика – використання ресурсів річок. Україна використовує 8% ресурсів енергії від потенціалу малих річок, таким чином, значно заощаджуючи на паливно-енергетичних ресурсах. На сьогодні, в основному використовується потенціал Дніпровського каскаду та інших великих ГЕС. Станом на 2015 рік в Україні діяло 102 МГЕС із загальною потужністю 80 МВт, якими вироблено 251 млн. кВт/год.

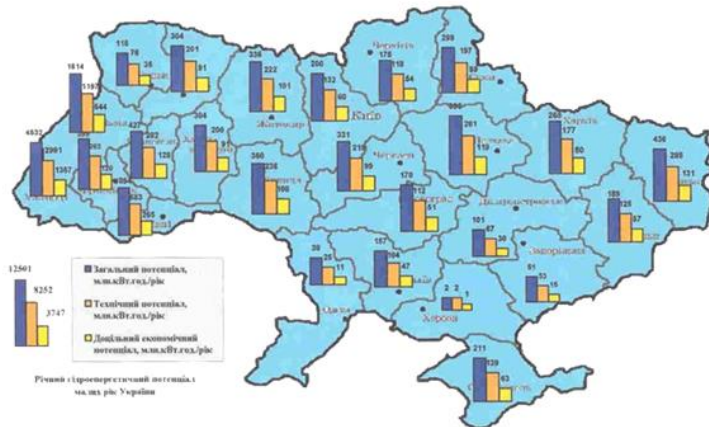


Рис. 3. Гідроенергетичний потенціал малих річок України

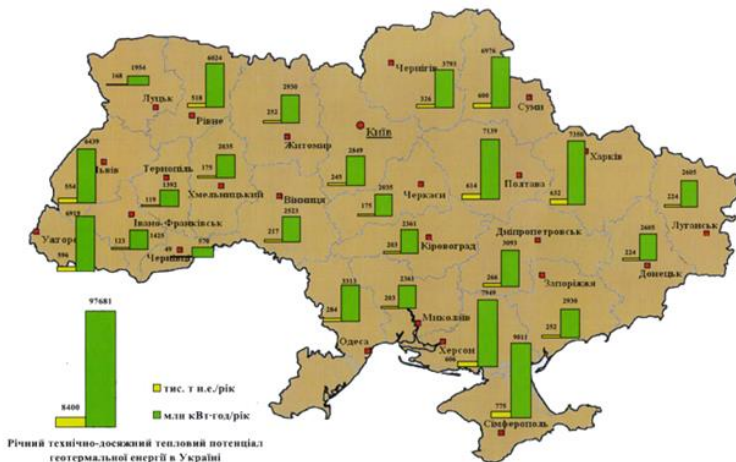


Рис. 4. Потенціал геотермальної енергії в Україні

Геотермальна енергія – геотермальні ресурси, які представлені термальними водами. Геотермальна енергетика обумовлена термогеологічними особливостями рельєфу. За різними оцінками, енергетичний ресурс України становить до 8,4 млн т на рік. Великі запаси даного ресурсу виявлено на території Чернігівської, Полтавської, Харківської, Сумської та Луганської областей.

Альтернативні види джерел регламентуються таким законодавством:

1. Закон України «Про альтернативні види палива»;
2. Закон України «Про альтернативні джерела енергії»;
3. Закон України «Про електроенергетику»;
4. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії та використання скидного енергопотенціалу»;
5. Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо сприяння виробництву та використанню біологічних видів палива»;
6. Закон України «Про газ (метан) вугільних родовищ».

Проблема ефективності енергозберігаючої політики та енергозбереження в Україні вийшла на новий політичний рівень внаслідок конфлікту з Росією, що почався у 2014 році. Через це Україна обрала європейський шлях розвитку. Розпочалось впровадження програм та реформ щодо енергозбереження, таких як: державна програма «Тепла оселя», мета якої полягає у допомозі тим, хто прагне утеплити своє житло. Це дозволяє суттєво скоротити використання енергоресурсів. Програма включає утеплення даху та стін, модернізацію систем опалення та гарячого водопостачання, модернізацію застарілих джерел теплозабезпечення.

Також в Україні популяризоване укладання угод з іншими країнами та організаціями. Одним із прикладів є підписання меморандуму із Словенією про взаєморозуміння в питаннях енергоефективності, відновлювальної енергетики та альтернативних видів палива у листопаді 2016 року.

В останні роки наша держава співпрацює з Північною екологічною фінансовою корпорацією (НЕФКО). Завдяки цьому було укладено договори, спрямовані на підвищення енергоефективності в різних містах країни.

Ефективна та повна реалізація використання альтернативних видів енергії надасть змогу забезпечити стійкий розвиток держави та її енергетичну безпеку.

Інформаційні джерела

1. Андрійчук, І.В. Ефективність використання альтернативних паливно-енергетичних ресурсів в регіоні (на прикладі Івано-Франківської області): Дис. канд. екон. наук: 08.10.01 / НАН України; Інститут регіональних досліджень. — Л., 2006. — 213арк. : рис., табл. Бібліогр.: арк.167-182.
2. Гелехута Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 1. / Г.Г. Гелехута, Т.А. Желєзна // Пром. Техніка. – 2010. – Т. 32, №3. – С. 71-79
3. Офіційний сайт Міністерства палива та енергетики України. – www.kmu.gov.ua.

ЕЛЕКТРОЛІТАКИ ТА ЇХ ЕКОЛОГІЧНІСТЬ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

Закусило А.І.

*кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри базових і спеціальних
дисциплін*

Національний авіаційний університет

Анотація. Висвітлено сучасні світові тенденції та прогнози відомих аналітиків щодо переваг та недоліків сучасного стану та перспектив використання електролітаків. Особливу увагу приділено сучасним актуальним проблемам екологічності їх експлуатації.

Ключові слова: *електролітак, екологічність.*

1. В оглядовій статті «Ви нічого не чули про електролітаки? Їх річний ринок може сягнути 2 мільярдів пасажирів!», опублікованій у грудні 2019 року агентством «Укрінформ», мова йде про певні переваги та недоліки електролітаків. Зазначається, що **екологічність електролітаків викликає чимало сумнівів** [1]. З цього приводу в численних вітчизняних та зарубіжних публікаціях висловлюються різні погляди.

Від часів зародження авіації літаки працюють на вуглеводневому паливі (на гасі). Але за сто років невідомо «підросли» і самі літаки, і їх швидкості, і відстані перельотів. Аеропорти ледь встигають пропустити охочих. За деякими прогнозами кількість авіапасажирів до 2037 року збільшиться до 8,2 мільярда на рік [2].

І палива для них потрібно дедалі більше: всі разом авіакомпанії світу спалюють за рік близько 400 млн тонн авіагасу (або 7% всіх нафтопродуктів) з відповідною масою викидів CO₂ у повітря.

Від авіаційної промисловості вимагають зглянутися над природою. Європейське агентство з авіаційної безпеки заявляє, що почне класифікувати літаки на основі викидів CO₂, Норвегія та Швеція прагнуть перейти на електричні польоти в межах свого повітряного простору до 2040 року. Тож майбутнє авіації залежить від пошуку джерел альтернативної - екологічно чистої - енергії.

Чи може електрика стати відповіддю?

2. Є цілий потік оптимістичних новин.

Ідей від охочих замінити традиційну авіацію надходить чимало.

10 грудня 2019 року канадський оператор гідропланів Harbour Air оголосив про успішне випробування першого приватного електролітака, повідомляє BBC [3]. У коротких випробувальних польотах брав участь літак DHC-2 De Havilland Beaver з шістьма пасажирями, оснащений електродвигуном на літій-іонних батареях. Harbour Air

сподівається електрифікувати весь свій парк до 2022 року, якщо компанії вдасться отримати сертифікати безпеки.

Наприкінці жовтня 2019 року в Китаї здійснив перший тестовий політ електричний 4-місний літак RX4E. Як повідомляє China Daily [4], його вага становить 1200 кг, ширина — 13,5 метрів, а довжина — 8,4 м. Літак може без підзарядки долати відстань до 300 кілометрів, а максимальна тривалість одного польоту не перевищує 1,5 години. Зазначається, що RX4E розроблений із, зокрема, вуглецевого волокна, а тому є досить легким .

На початку жовтня компанія Kitty Hawk, власником якої є один із засновників Google Ларрі Пейдж, представила електричний літак, який може злітати вертикально, повідомляє портал Aviation Today [5]. Апарат під назвою Heaviside (HVSD) розрахований лише на одну людину, він утричі легший за легкомоторну Cessna і може здолати маршрут у 88,5 км за 15 хвилин при швидкості в близько 322 км за годину. Особливо гордість розробників Heaviside - рівень шуму, який становить 1/100 від шуму звичайного гелікоптера .

Ізраїльська фірма Eviation стверджує, що її апарат під назвою Alice ("Аліса") вже перевозить дев'ять пасажирів на відстань більше тисячі кілометрів із швидкістю 440 км/год. Очікується, що регулярну експлуатацію машини можна буде починати в 2022 році. «Аліса» - нетрадиційне на вигляд повітряне судно. "Літак виглядає так не тому, що ми хотіли побудувати крутий літак, а тому, що він електричний", - каже виконавчий директор компанії Омер Бар-Йохай [6]. Eviation вже навіть отримала свої перші замовлення від однієї з регіональних авіакомпаній з США, яка експлуатує флот із 90 літаків .

Впродовж березня 2017 року Siemens зі своїм прототипом рятувального електролітака EXTRA 330LE встановив одразу два рекорди швидкості - 337,5 км/год для машин вагою до тонни і (після доопрацювання) 342 км/год для машини більше тонни вагою. А також вирішив головну конструкційну проблему: вага двигуна велика, а зарядка батареї мала, - за рахунок інноваційної силової установки.

Лоукост EasyJet заявляє, що почне регулярно використовувати електролітаки до 2027 року. Це, швидше за все, буде на рейсах короткого сполучення, таких як, наприклад, з Лондона до Амстердама (другий, до речі, за навантаженістю маршрут у Європі). "Електричні польоти стають реальністю, і тепер ми можемо передбачити майбутнє, яке не залежить тільки від реактивного палива", - каже Йохан Лундгрєн, виконавчий директор EasyJet.

3. Водночас перспективи електричних польотів на великі відстані - сумнівні.

У Airbus кажуть, що вони більш розраховують на розробку гібридно-електричного літака. Мовляв, екологічно чистіші за звичайні, гібридні літаки можуть комерційно літати до 2025 року. Аерокосмічні фірми об'єднують зусилля. Зокрема, Airbus об'єднався з Siemens та Rolls-

Roусе, щоб розробити літак E-Fan X, який планується підняти в повітря наступного року.

Нові розробки електричних двигунів та генераторів розвиваються дуже швидко, а от «акумуляторобудування» - відстає. Навіть якщо припустити величезний прогрес у цій галузі в результаті якого акумуляторні батареї стануть у 30 разів ефективніші, ніж сьогодні, то й тоді електролітак зможе брати лише половину корисного навантаження A320 і досягти лише п'ятої частини його дальності польоту, каже генеральний директор компанії Airbus.

Професор Єн Грей з аерокосмічного інституту при Кренфілдському університеті, вважає, що з огляду на сучасний стан акумуляторних технологій електрифікація великих літаків – ще далека справа [2]. І це при тому, що 80% викидів авіаційної галузі припадають на пасажирські рейси довше 1500 км - відстань, якої ще довго не зможе пролетіти електричний авіалайнер.

4. У електричних літаків, здавалося б, суцільні переваги.

Перехід на електродвигуни в авіації відкриває чимало переваг, крім відсутності викидів CO₂ – електродвигуни набагато менші за розмірами, в них менше деталей, які потребують постійного догляду і заміни. Це підвищує безпеку експлуатації, оптимізує внутрішній простір літака, скорочує час і витрати на технічне обслуговування. На пересадці достатньо замінити батареї – кілька хвилин, і політ триває.

До того ж літаки з традиційними гасовими двигунами не просто шумлять – вони ревуть, а електролітаки - тихенькі. Що, до речі, дуже подобається військовим. Але оскільки лінійка електролітаків поки представлена тільки маленькими аппаратами, то краще, на що вони можуть претендувати в найближчі десятиліття - це розділити ринок перевезень з «дорослими» компаніями. Так би мовити: «вам трансокеанські рейси та великі аеропорти, нам – короткі маршрути, не вигідні для великих машин».

Це теж непогано. Рой Ганзарський, керівник компанії MagniX, двигуни якої використовують ізраїльські електролітаки, зазначає, що на рейси менше 500 миль щороку продаються два мільярди авіаквитків, тобто величезний бізнес-потенціал для невеликих пасажирських літаків з електродвигуном.

5. Але є, так би мовити, величезна ложка дьогтю в цій діжці меду.

Найбільший мінус новітнього електротранспорту, як засобу замищення забруднення довкілля, пов'язаний із неекологічністю акумуляторних батарей.

За оцінками Міжнародного енергетичного агентства, до 2030 року, якщо країни будуть виконувати свої зобов'язання згідно з Паризькою кліматичною угодою, кількість електромобілів досягне 140 мільйонів. І на той час уже 11 мільйонів тонн відпрацьованих літій-іонних батарей

потребуватимуть утилізації – нині утилізується лише малий їх відсоток, оскільки для переплавки батарей потрібні спеціальні заводи, а отже – земельні ділянки і ... пальне. І це йдеться про автомобільні батареї, які значно менші за розмірами за авіаційні.

Екологічно «брудним» є і виробництво матеріалів, з яких виготовляються батареї. Хлорид літію, наприклад, видобувають методом випарювання з соляних озер: на тонну літію потрібно близько 1,8 мільйона літрів води. Небезпеку для природи та здоров'я становлять видобуток кобальту і нікелю, виробництво солей літію і сульфату кобальту.

Окрема категорія для занепокоєння – пошкодження батарей, скажімо, внаслідок аварій або в місцях зберігання. Пошкоджена батарея виділяє токсичний газ.

Не забуваймо також, що заряджаються батареї від звичайної електромережі, яка живиться енергією від електростанції: атомної, гідро- або теплової. Тобто екологічність електричної енергії – тема доволі двоїста, якщо саму електрику виробляють шляхом такого знайомого ... спалювання викопного палива. Врешті, цілком реальною є ситуація, коли до далекого маленького аеродрому, де саме і потрібні електричні літаки (та ще й, скажімо, у заповіднику або на туристичному маршруті тощо), не прокладено електромережу, а місцева електрика виробляється ... на дизель-генераторі, який палитиме солярку ...

6. Чи можна знайти вихід із цієї непростой ситуації?

Подібні проблеми люди вирішують відтоді як Прометей вкрав вогонь. Технічний прогрес зупинити неможливо, а виправлення вже завданої природі шкоди стає можливим лише завдяки новим ідеям, дослідженням, винаходам і технологіям.

Традиційна авіація намагається виправити свою «антиекологічну» репутацію, вдосконалюючи двигуни. Водночас дослідники чаклують над способами акумулювати електрику для польотів без використання літєвих батарей. Частково інтереси «керосинників» і «електриків» поєднані у гібридних моделях, де зліт і посадку виконує традиційний двигун, а підтримання рівного крейсерського польоту – електричний.

Тож маємо надію, що вихід знайдеться.

Інформаційні джерела

1. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/2840052-vi-nicogo-ne-culi-pro-elektrolitaki-ih-ricnij-rinok-moze-sagnuti-2-milardiv-pasaziriv.html>
2. <https://www.bbc.com/news/business-48185337>
3. https://www.bbc.com/news/business-50738983?intlink_from_url=https://www.bbc.com/news/world&link_location=live-reporting-story
4. <https://www.chinadaily.com.cn/a/201910/28/WS5db6ce74a310cf3e35574075.html>
5. <https://www.aviationtoday.com/2019/10/04/kitty-hawk-reveals-ultra-quiet-heavyside-evtol-design/>
6. <https://www.bbc.com/news/business-48630656>

ОСНОВНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ

Корець О.М.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформаційних систем
і технологій*

*Національний педагогічний
університет імені М.П.Драгоманова*

Анотація. Розглянуто основні заходи для підвищення енергозбереження та ефективності використання енергетичних ресурсів. Проаналізована структура споживання енергетичних ресурсів, які відповідно поділяються на певні групи енергоносіїв, які є важливим чинником формування енергетичної ефективності.

Ключові слова: *енергозбереження, енергоефективність, енергетичні ресурси, енергоносії.*

Розвиток економіки зумовлює стрімке збільшення споживання енергетичних ресурсів протягом останніх 100-150 років. У структурі споживання енергетичних ресурсів найбільшу частку займають викопні джерела енергії: нафта, газ, вугілля – це призводить до їх швидкого вичерпування та поступового зростання ціни на ці енергоносії. В зв'язку з цим стало зрозуміло, що для стабільного економічного розвитку необхідно вживати заходи щодо раціонального використання енергії. Тому в більшості розвинених країн впровадження енергозберігаючих і енергоефективних технологій фінансують з державного бюджету.

Основні заходи для підвищення в [2] визначені наступні:

1. Технічні:

- використання пристроїв та устаткування з малим споживанням енергії;
- використання енергоефективних технологій для генерування та транспортуванні енергії;
- теплоізоляція будівель;
- заміна викопних джерел енергії на відновлювальні.

2. Економічні:

- введення денного і нічного тарифів;
- оплата енергії, що виробляється відновлювальними джерелами енергії за «зеленим» тарифом;
- введення прогресивної тарифікації (більше споживаєш – більше сплачуєш);
- державні дотації на впровадження енергоефективних технологій.

3. Організаційні:

- встановлення лічильників;
- використання зимового і літнього часу;
- економія електроенергії.

4. Правові:

- ратифікація міжнародних угод і конвенцій в галузі енергозбереження;
- розробка і впровадження національних програм з енергозбереження.

Ефект від заходів:

- заощадження енергії;
- зменшення викидів шкідливих речовин;
- зменшення витрат на впровадження нових енергопотужностей.

Важливим показником енергозбереження є структура споживання енергетичних ресурсів, які поділяють на такі групи енергоносіїв:

- нафта;
- природний газ;
- кам'яне вугілля;
- ядерна енергія;
- гідроенергетика;
- відновлювальні джерела енергії.

Нафту, природний газ і кам'яне вугілля виділяють в окрему групу викопних джерел енергії. Викопні енергоносії необхідно економно використовувати через обмеженість їх запасів, зростання ціни на них і шкідливі викиди оксиду вуглецю, сірки, азоту.

Якщо обсяг споживання викопних джерел енергії буде залишатись на рівні 2012 року, то розвіданих запасів вистачить на наступну кількість років: нафти – на 53 роки, природного газу – на 56 років, вугілля – на 109 років.

Запасів урану, основного ядерного палива, за нинішніх темпів споживання вистачить на декілька тисяч років. Ціна енергії, отримана від цього виду палива є одною з найнижчих. За умови дотримання всіх заходів з техніки безпеки атомна енергетика значно менше впливає на навколишнє середовище, ніж викопні джерела енергії. Однак ризик техногенних катастроф, можливість створення ядерної зброї на основі палива для атомних електростанцій, сповільнюють розвиток цього виду енергетики.

Гідроенергетика також належить до відновлювальних джерел енергії. Однак історично її розглядають як окремий вид енергетичного ресурсу. Це пов'язано з тим, що вона почала активно розвиватись з 30-х років ХХ сторіччя, тоді як інші види відновлювальної енергетики – з 70-80 років. Розрізняють велику і малу гідроенергетику. Потенціал великої енергетики в світі використовують на досить високому рівні (біля 50%) з поступовим введенням в експлуатацію нових потужностей. Мала

гідроенергетика почала активно розвиватись лише наприкінці ХХ ст., оскільки має меншу окупність. Однак техногенний вплив на навколишнє середовище за умови експлуатації об'єктів малої гідроенергетики мінімальний, оскільки дозволяє отримувати енергію без зміни русла і затоплення прибережних територій. залежність енергетики України від викопних джерел складає 82 %, що дещо менше загальносвітових показників. Це пояснюється великою часткою енергоресурсів, отримуваних від ядерної енергетики – 16 %. Однак українська промисловість має велику залежність від природного газу. Зважаючи на його високу ціну, споживання природного газу доцільно замінити на кам'яне вугілля, запасів якого Україні вистачить більше ніж на 300 років [3].

На Землі в атмосферу через спалювання традиційних палив щороку потрапляють 40 мільярдів тон CO₂ щорічне зростання світових енергетичних потреб становить 1,6% і має тенденцію до збільшення. Тому актуальним стає впровадження відновлювальних джерел енергії, так у 2020 році фотовольтажні гелеві системи прогнозовано виробляють енергію прирівняно до отриманої при спалюванні 5,8 мільйона тон нафти. Запровадженню такої енергетики сприяють наступні передумови:

- найсуттєвішою загрозою традиційної енергетики є кліматичні зміни;
- зростання популярності в світі в інвестування в чисту енергію та мінімізація ризиків
- зменшення емісії вуглекислого газу за рахунок підвищення доли електричної енергії відновлювачим сегментом.

В Україні використання відновлювальних джерел енергії (крім гідроенергетики) нижче загальносвітових (2 %). Проте цей сегмент енергетики швидко зростає протягом останніх декількох років. За прогнозами аналітиків компанії British Petroleum до 2030 року частка енергоносіїв, отриманих з викопних джерел енергії, зменшиться до 82 %, частка відновлювальної енергетики зростає до 12 %, а відносна кількість енергії, отримана від ядерної енергетики, зміниться не значно[1].

Інформаційні джерела

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071.
2. Енергозбереження і енергоефективність-1. Конспект лекцій «Електронні пристрої та системи». - К.: НТУУ "КПІ", 2014. – 106 с.
3. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали. – НАНУ: Академперіодика, 2006.

СОЛНЕЧНЫЕ КОЛЛЕКТОРЫ ДЛЯ НАГРЕВА ВОДЫ

Маринец Сергей

эксперт в области возобновляемых источников энергии,
автор блога <http://solarsoul.net>

Солнечные коллекторы для нагрева воды – это наиболее распространенный и рентабельный способ использования солнечной энергии. Всё благодаря тому, что прямое преобразование солнечной энергии в тепловую имеет наибольшую эффективность, при этом потребление горячей воды стабильно на протяжении всего календарного года.

Как определить суточное потребление горячей воды

Суточную потребность в горячей воде можно приблизительно оценить на основании данных расходов воды основными санитарными приборами за одно применение (см. рисунок ниже).



Рис 1. Типичные значения расхода ГВС бытовыми приборами за одно применение

Зная привычки членов семьи, легко рассчитать суточное потребление для каждого пользователя и для всей семьи. Обычно расход горячей воды для одного человека в Европе равен 50–70 литров горячей воды за день, при условии, что средняя температура горячей воды составляет 45°C. Учитывая, что не многие потребители в Украине экономят горячую воду, то расход воды может быть выше.

Подогрев такого количества санитарной горячей воды требует существенных затрат тепловой энергии, с учетом теплопотерь в трубах на рециркуляции, и составляет не менее 3,65 кВтч/сут на одного пользователя. В месяц понадобится не менее 109 кВт*ч энергии. А для семьи из 4-х человек – 435 кВт*ч в месяц.

Как подбирается количество солнечных коллекторов для нагрева воды

Эффективность системы определяется двумя параметрами: процентом покрытия (замещения) необходимого тепла от солнечных коллекторов и эффективностью гелиосистемы. Для обеспечения этого баланса необходимо вести расчет по наиболее солнечному летнему месяцу года.

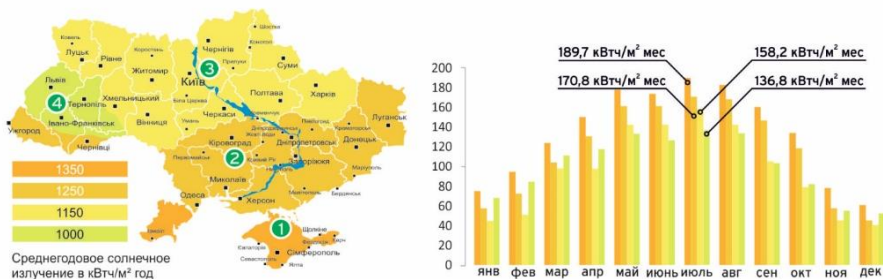


Рис 2. Среднегодовое солнечное излучение в кВтч/м² горизонтальной поверхности в год и поступление солнечной энергии на 1 м² площади коллектора, установленного под углом 45° и ориентированного в южном направлении для каждой условной зоны.

Для упрощенного расчета необходимой площади солнечных коллекторов для нагрева воды следует воспользоваться следующей формулой:

$$S = Q/n \cdot \eta,$$

где Q — необходимое количество тепла в месяц, кВт*ч/мес.;
 N — среднее количество тепла, поступающего на 1 м² площади солнечного коллектора в самый солнечный месяц, кВт*ч/мес.;
 η — средний КПД гелиосистемы (как правило, в пределах 0,5–0,6).

При условии среднего расхода горячей воды 70 л в сутки, в зависимости от региона установки гелиосистемы, необходимо от 1 до 1,5 м² полезной площади солнечных коллекторов для одного человека.

Пример расчета солнечных коллекторов для нагрева воды

Для примера рассчитаем среднегодовую производительность солнечных коллекторов для ГВС частного дома. Данные для расчета: Потребление ГВС для семьи из 3 человек — 210 л с температурой 45 °С. Линия рециркуляции 20 м, работает 8 ч/сут. Место установки — г. Киев. Коллекторы расположены под углом 45° и ориентированы строго в южном направлении. Для примера в среде моделирования принимаем солнечные коллекторы TM Vaillant VFK 145 имеющий 2,35 м² полезной площади. Объем бака аккумулятора 250 литров.

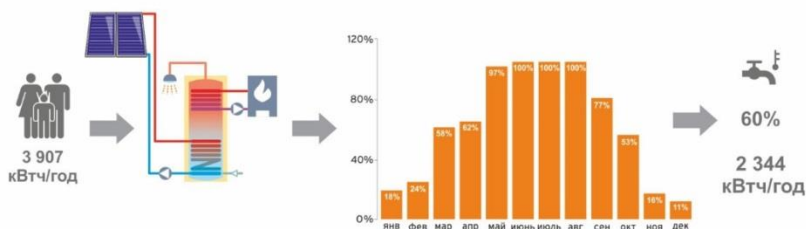


Рис 3. Пример расчета производительности солнечных коллекторов для нагрева воды

Для заданных параметров способна обеспечить в среднем 60% потребностей в горячей воде за год. В летнее время система способна обеспечить 100% горячей воды.

Для сравнения рассчитаем гелиосистему такими же параметрами, но добавив еще один солнечный коллектор.

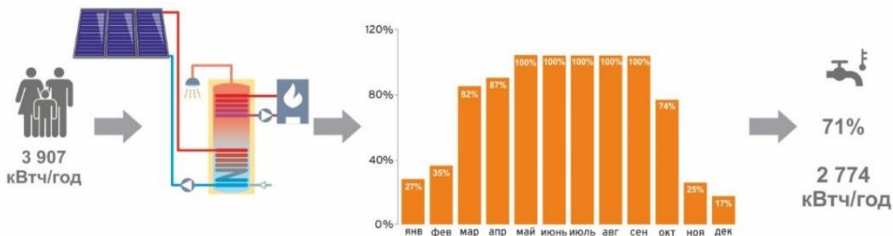


Рис 4. Пример расчета с большим количеством солнечных коллекторов

При данном расчете ожидаемый процент покрытия от гелиосистемы в среднем составит 71%. Однако ожидается высокий уровень переизбытка энергии летом, что может привести к частым стагнациям. При дальнейшем увеличении количества коллекторов процент покрытия увеличивается незначительно, а эффективность гелиосистемы падает. Это происходит из-за того, что водонагреватель и теплоноситель в солнечных коллекторах работают на более высоких температурах, следовательно, увеличиваются тепловые потери.

Таким образом, оптимальный процент покрытия для солнечных установок горячего водоснабжения рекомендуется выбирать в пределах 60–70%.

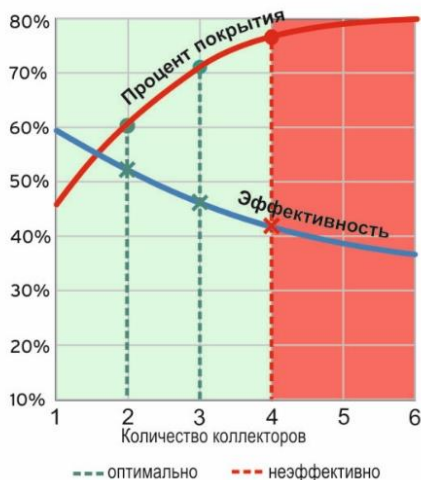


Рис. 5. Зависимость процента покрытия от количества солнечных коллекторов

Объекты с большим потреблением ГВС

Для потребителей с большим объемом потребления горячей воды, таких как гостиницы, рестораны, школы и т. д. нормы потребления ГВС могут отличаться. В таблице ниже приведены типичные значения среднего расхода и температуры горячей воды для различных групп потребителей.

В условиях украинского климата и солнечного излучения 1 м² солнечного коллектора может производить в среднем до 3,6 кВт*ч/сут в летнее время. Исходя из этого для оптимального соотношения эффективности и процента замещения следует подбирать солнечные коллекторы для нагрева воды согласно отношению 1 м² коллектора на каждые 60-80 литров воды.

Таблица 1

Потребитель	Температура	Расход
Ресторан	60 °С	8-20 л / (гость x день)
Гостиница с ванной в комнате	45 °С	140-220 л / (гость x день)
Гостиница с душем в номере	45 °С	70-120 л / (гость x день)
Кемпинг	45 °С	10-40 л / (гость x день)
Детский сад	45 °С	40-50 л / (чел x день)
Больница	60 °С	100-300 л / (пациент x день)
Спорткомплекс	45 °С	50-80 л / (гость x день)
Школа, ВУЗ без душевых кабин	45 °С	5-15 л / (учащийся x день)

Рассмотрим пример использования солнечных коллекторов для нагрева воды. Потребление ГВС для гостиницы с 10 двухместными номерами. В каждом номере находится душ.

Среднее потребление горячей воды — 100 л / (гость x день). Линия рециркуляции 60 м, работает 8 ч/сут. Место установки — г. Одесса. Коллекторы расположены под углом 45° и ориентированы строго на юг. Общий расход воды составляет в среднем 2000 л в день с температурой 45 °

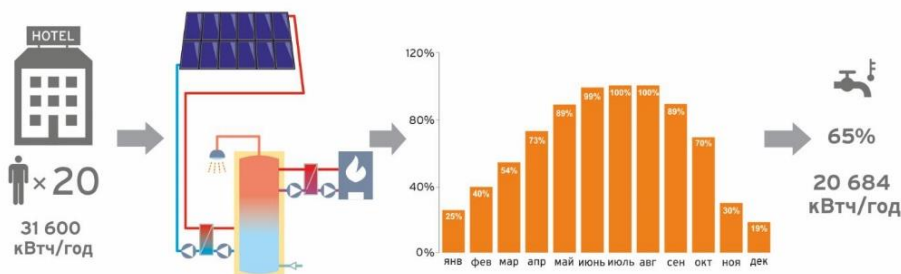


Рис. 6. Пример использования гелисистемы для обеспечения ГВС гостиницы

Согласно рекомендации, подбираем 12 солнечных коллекторов Vaillant VFK. Бак аккумулятор объемом 2000 л, исходя из требования не менее 50 л объема водонагревателя на каждый м² полезной площади солнечного коллектора и суточного расхода горячей воды. Такая компоновка системы способна экономить до 65% традиционных энергоресурсов в год благодаря солнечной энергии.

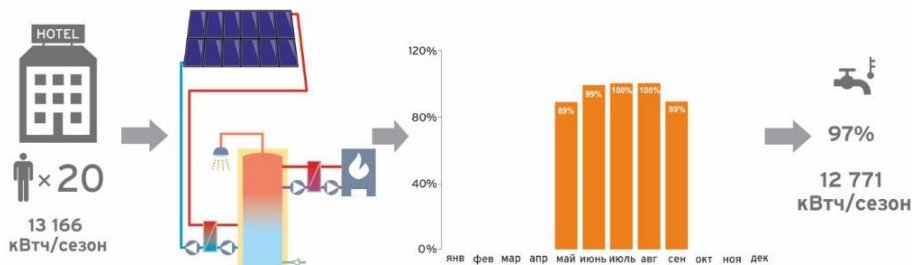


Рис. 7. Пример использования гелиосистемы для обеспечения сезонного ГВС гостиницы

Если такая же по размеру гостиница будет работать только в курортный сезон, то процент покрытия может составить до 97 %. А тепло, которое вырабатывается в оставшееся время года возможно направить на частичное поддержание дежурного отопления гостиницы.

КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ЗАЛІЗОРУДНИХ ОБКОТИШІВ У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ЗОНІ ОХОЛОДЖЕННЯ У ВИПАЛЮВАЛЬНІЙ МАШИНИ КОНВЕЄРНОГО ТИПУ

Митрофанов О.В.

аспірант кафедри автоматизації,
комп'ютерних наук і технологій

Криворізький національний
університет

Метою є підвищення ефективності управління процесом обробки залізорудних обкотишів системою автоматичного керування, реалізованої на основі використання нечіткої інформації технологічної зони охолодження у випалювальній машині конвеєрного типу.

Вперше розроблено математичну модель для автоматичного управління термічним процесом обробки залізорудних обкотишів у технологічній охолодження з урахуванням найбільш важливих параметрів сусідніх технологічних зон, які суттєво впливають на цей процес. Модель побудована на основі нечіткої логіки в умовах неповної і нечіткої інформації про стан параметрів зон з урахуванням впливу теплоносіїв

газоповітряних потоків, витрат природного газу і повітря. На основі рішення систем нечітких функцій і принципів параметричної ідентифікації запропонована математична модель, апроксимуюча динаміку термічного процесу обробки залізорудних обкотишів у технологічній зоні охолодження. Проаналізовано характеристики перехідних процесів термічної обробки обкотишів, отриманих на математичних моделях з урахуванням змінних параметрів теплоносіїв газоповітряних потоків сусідніх технологічних зон машини, витрати природного газу і повітря. Це дозволило забезпечити регламентні значення температури обкотишів у технологічній зоні машини і знизити витрати енергоносіїв при цьому процесі.

Ключові слова: залізорудні обкотиші, технологічна зона, термічна обробка, нечітка логіка, модель.

Зона охолодження випалювальної машини конвеєрного типу [1] розділена на дві секції ЗОІ і ЗОІІ. Через першу секцію вентилятором продувається підігріте повітря температурою 250 °С, який відбирає підігріте повітря з-під ковпака ЗОІІ і транспортує його частково на інжекторні пальники в якості первинного повітря у зони: попереднього нагрівання ЗПН і випалювання ЗВ, а інша частина повітря використовується для охолодження обкотишів. При керуванні процесом охолодження обпалених обкотишів у ЗОІ на них одночасно діють дві вхідні нечіткі множини зони рекуперації ЗР: температура верхнього шару обкотишів [Tsh5] і їх маса на візках конвеєрної стрічки КС [Mo3], а також додаткової множини [Pb1], призначеної для забезпечення відповідного тиску повітря у цій технологічній зоні ТЗ. На виході ЗОІ формуються параметри трьох вихідних множин: температури верхнього шару обкотишів [Tsh6], їх маса на візках КС [Mo4] і температури теплоносія газоповітряного потоку ГПП [Tr3], яка необхідна для застосування у ЗВ і ЗПН.

Використовуючи базу даних для вхідних і вихідних множин, сформульовані правила для регулятора нечіткої логіки РНЛ, що керує технологічним процесом у зоні ЗОІ. Для кожної вхідної і вихідної змінної використано по п'ять функцій приналежності, які використано при формуванні правил роботи РНЛ. Сукупність правил для цієї ТЗ забезпечує охолодження обкотишів і підготовлює керуючий сигнал у ЗОІІ для виконання другого етапу охолодження. Прикладом одного із правил роботи ЗОІ на основі логічних рівнянь (1) буде таке:

$$\begin{aligned} \text{Rt (ЗОІ): } & \text{If (Tsh5 is PS) } \square(\text{Mo3 is Z}) \square(\text{Pb1 is NS}) \\ & \text{then (Tsh6 is PL) } \square(\text{Mo4 is Z}) \square(\text{Tr3 is NL}) \end{aligned} \quad (1)$$

Після синтезу бази правил і функцій приналежності (трикутні) за допомогою підпрограми «Fuzzy» у середовищі програмування Matlab/Simuln виконано синтез загального висновку і поверхні РНЛ для ЗОІ. На графіку рис.1 представлено: a і b – температури верхнього шару обкотишів на виході із ЗОІ; v і g – маса обкотишів на візках КС; d і e – температури теплоносія ГПП. Графіки представляють наступні функції: a – [Tsh6] = f ([Mo3], [Tsh5]), b – [Tsh6] = f ([Tsh5], [Pb1]), v – [Mo4] =

$f([\text{Mo3} [\text{Tsh5}], r - [\text{Mo4}] = f([\text{Th5}], [\text{Pb1}]), d - [\text{Tr3}] = f([\text{Mo3}], [\text{Pb1}]), e - [\text{Tr3}] = f([\text{Tsh5}], [\text{Mo3}])$. При керуванні охолодженням обпалених обкотишів у ЗОІ на них одночасно діють декілька вхідних нечітких множин. Використовуючи експериментальні дані для ЗР встановлено діапазони зміни вхідних множин: $[\text{Tsh5}] = [600 \ 800]$, $[\text{Mo3}] = [2.2 \ 2.5]$ і $[\text{Pb1}] = [50 \ 350]$, а для вихідних множин будуть: $[\text{Tsh6}] = [550 \ 750]$ і $[\text{Mo4}] = [1.9 \ 2.1]$ і $[\text{Tr3}] = [250 \ 550]$.

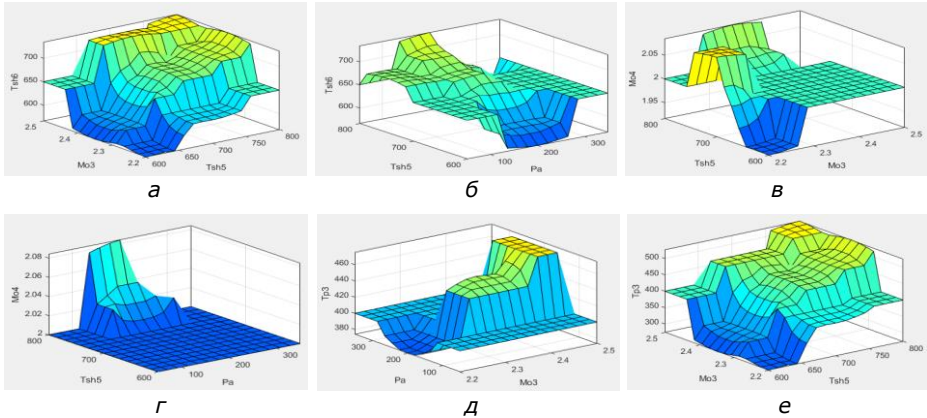


Рис. 1. Функціональні залежності: зміни вихідних множин ЗОІ температури верхнього шару обкотишів і їх маси від вхідних множин

Контролер Fuzzy Logic Controller (рис.2) керує технологічним процесом у ЗОІ – першу стадію процесу охолодження обкотишів і формує керуючі впливи для ЗОІІ. На схемі моделі технологічний об'єкт ЗОІ емітує роботу ЗОІ.

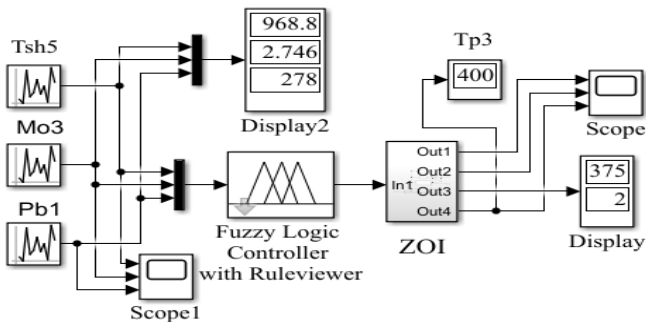


Рис. 2. Модель системи керування процесом першої стадії охолодження обкотишів у ЗОІ на основі нечіткої логіки

Результати досліджень на імітаційній моделі системи керування процесом термічного оброблення обкотишів у ЗОІ на основі нечіткої логіки проведено при подачі на вхід моделі сигналів множин: $[\text{Tsh5}]$, $[\text{Mo3}]$ і $[\text{Pb1}]$, що представлено на рис.3 а.

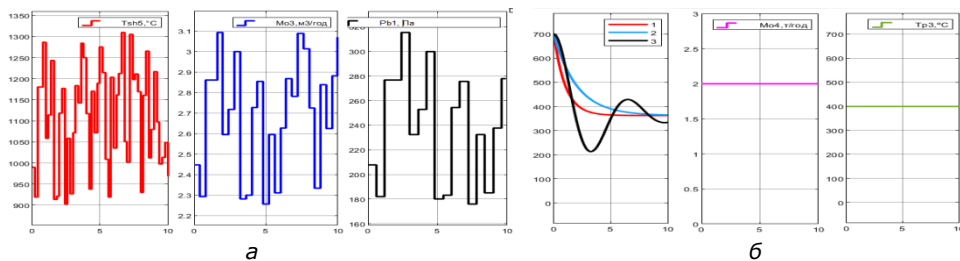


Рис.3. Результати моделювання керування процесом охолодження обкотишів у ЗОІ: а – вхідні завдання і б – вихідні значення

Результати вихідних множин надано на рис.3 б, на якому перший графік представляє функціональну залежність температури шару обкотишів на виході із ЗОІ – $Tsh6=f(t)$ для різних постійних часу аперіодичної ланки передавальної функції і коливальної ланки, а другий графік – маси шару обкотишів на візках КС– $Mo4=f(t)$, для якого застосовується пропорційна ланка.

Залежність $Tsh6=f(t)$ представлена трьома графіками: 1 і 2 – аперіодичними ланками для ЗР: $W(s) = \frac{0.9}{-s-1}$ і $W(s) = \frac{0.9}{-2s-1}$ і 3 – відповідно коливальною ланкою для ЗР: $W(s) = \frac{0.9}{-s^2-0.5s-1}$.

Результати досліджень показали, що охолодження верхнього шару обкотишів у ЗОІ суттєво залежить від вхідних множин: $[Tsh5]$ і $[Pb1]$. При зменшенні постійної часу об'єкту ЗОІ перехідний процес температури верхнього шару обкотишів у цій ТЗ значно зменшується при відсутності коливань. Проведено ряд досліджень впливу вхідних множин на вихідні. Результат моделювання наведено на рис. 4, на якому прийнято позначення щодо часового інтервалу T_{CZ1} – часовий інтервал у ЗОІ, що дорівнює 464 с. На цих графіках позначено: а – характеристика температури верхнього шару обкотишів в ЗОІ, б – характеристика зміни маси візків КС з обкотишами в ЗОІ, в – характеристика температури ГПП і г – із поступовим урахуванням вхідних множин.

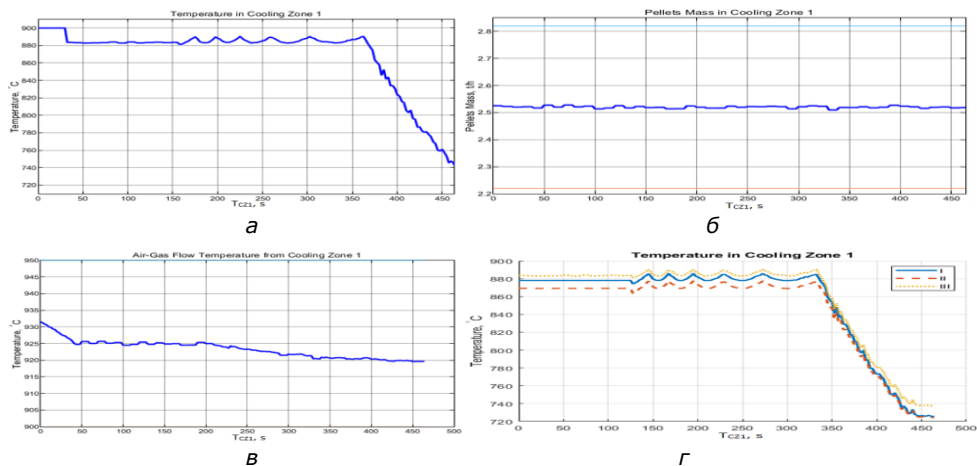


Рис.4. Результати моделювання ЗОІ:

а – температура верхнього шару обкотишів в ЗОІ, б – маса обкотишів на візках КС, в – температура теплоносія ГПП і г – із поступовим урахуванням вхідних множин

За наведеними характеристиками бачимо, що температурний графік (рис. 4 а) витримує деяку встановлену температуру на початку, а потім стрімко спадає до 740 °С із невеликими відхиленнями. Маса обкотишів на візків КС (рис. 4 б) майже не змінюється, а температурний режим теплоносія ГПП у ЗОІ (рис. 4 в) змінюється на інтервалі від 932 до 920 °С за спадаючим характером. Отримані результати моделювання впливів вхідних параметрів на температурний параметр, що представлені на рис. 4 г, на якому позначено характеристики: I — без урахування тиску повітря в ЗОІ, II — без урахування маси обкотишів, що надходять із ЗР, III — з урахуванням усіх вхідних множин.

З рис. 4 г бачимо, що усі три графіки мають схожий характер витримки температури та спадання, й відрізняються лише пропорційно, що говорить нам про пропорційний вплив кожного з вхідних нечітких множин на температурну характеристику.

За результатами досліджень можна зробити висновок, що температура верхнього шару обкотишів із ЗР має найбільший вплив на вихідні характеристики ЗОІ при забезпечення вентилятором відповідного вхідного тиску атмосферного повітря у цій ТЗ, необхідного для застосування у ЗВ і ЗПН.

Інформаційні джерела

1. Lobov V. I. Temperature distribution model of the iron ore pellets layer inside the combustion chamber of the beltkiln burning zone / V. I. Lobov, M. O. Kotliar //Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2015. – № 2. – P. 109 – 117.

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ЗАХОДІВ БІОГАЗ

Мітрошин М.Г.

*викладач I категорії Вовчанського
фахового коледжу
Харківського національного
технічного університету сільського
господарства імені Петра Василенка*

Анотація. В статті розкриваються основні екологічні аспекти впровадження біогазу як технології енергоефективності. Аналізуються основні чинники створення біогазу, позитивний вплив його виробництва для господарства країни.

Ключові слова: *біогаз, біогазовий реактор, конструкція установки.*

Біогаз – вид біологічного палива, який утворюється природним шляхом в процесі розщеплення органічних відходів. Гній тварин, рослинні залишки, харчові відходи та продукти переробки тощо, – це приклади органічної сировини, що здатні продукувати біогаз шляхом безкисневого розщеплення.

Біогаз – легкозаймистий газ, має високий вміст метану (до 75 %), горить блакитним полум'ям і може використовуватись в якості енергетичного джерела.

Виробництво біогазу дозволяє:

- вирішувати проблему накопичення органічних відходів на великих площах;
- перетворювати органічні відходи в енергетичні джерела ;
- заощаджувати кошти, енергетичні джерела та матеріали шляхом здійснення процесів перетворення органічних відходів на місці їх утворення;
- зменшення використання хімічних добрив.

Процес виробництва біогазу забезпечується шляхом створення безкисневого простору для чого слугують герметичні резервуари, підтримання сталої температури, та періодичного перемішування органічних відходів. А безпосередньо за процес утворення біогазу відповідають штами анаеробних мікроорганізмів, що споживають органічні складові відходів із виділенням біогазу – продукту їх життєдіяльності.

Біогазовий реактор – основа будь-якої біогазової установки, тому до його конструкції висуваються досить жорсткі вимоги:

- корпус біогазового реактора повинен бути досить міцний при абсолютній герметичності його стінок,
- надійна теплоізоляція стінок та їх властивість протистояти корозії;
- необхідно передбачити можливість завантаження та вивантаження реактора, а також доступ до його внутрішнього простору для обслуговування;
- створення безкисневого режиму;
- дотримання температурного режиму;
- доступність поживних речовин для бактерій;
- правильна пропорція твердих частин в сировині та перемішування

Принцип роботи всіх біогазових установок однаковий: після збору й підготовки сировини, що полягає в доведенні її до необхідної вологості в спеціальній ємності, вона подається в реактор, в якому створюються умови для оптимізації процесу анаеробного бродіння.

Форми реакторів різноманітні. З точки зору створення найбільш сприятливих умов для перемішування рідкого субстрату, накопичення газу, видалення відпрацьованих добрив та руйнування кірки, що утворюється на поверхні, доцільно використовувати резервуар, який за формою нагадує яйце.

До уваги пропонується бюджетний варіант біогазової установки, яка забезпечить господарство тепловою енергією цілий рік, надлишок біогазу можна зберігати в газгольдері або після очистки в балонах.

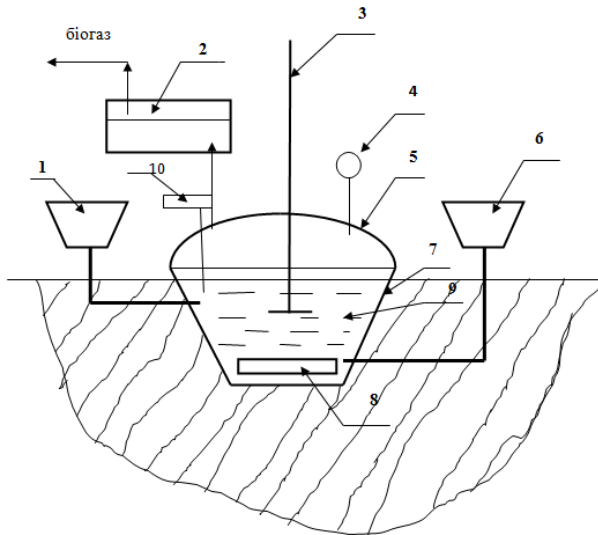


Рис.1. Конструкція біореактора:

- 1 – бункер заправки, 2 – водяний затвор, 3 – механічна мішалка,
 4 – манометр, 5 – ковпак, 6 – бункер вивантаження 7 – корпус,
 8 – нагрівальний елемент, 9 – субстрат, 10 – термодатчик.

Нижня частина біореактора заглиблена в ґрунт, що дозволяє зменшити затрати на додатковий обігрів, суттєво не порушує зовнішній ландшафт. Верхня частина з'ємна, що дає доступ до обслуговування та ремонту реактора.

Розміщення електричного нагрівального елемента в нижній частині дає змогу автоматизувати процес нагрівання субстрату, але на поверхні елемента буде появлятися своєрідний нагар, який буде зменшувати тепловіддачу, що є суттєвим недоліком системи.

Біогаз можна по-різному використовувати. Перш за все, біогаз використовується для виробництва теплової енергії. Після виробництва, очистки та обробки, біогаз може безпосередньо подаватись у мережу природного газу. Дана установка дозволяє монтувати та використовувати її в межах господарства.

Біогаз містить величезний потенціал, перш за все, завдяки своїй гнучкості та універсальності. Дає змогу цілий рік добувати газ, зберігати, використовувати без залежності від зовнішніх факторів ринку енергоносіїв.

ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Немченко Ю.В.

*кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри загальнотехнічних
дисциплін та охорони праці*

*Національний педагогічний
університет імені М.П.Драгоманова*

У статті розглянуто проблему залежності розвитку ВДЕ від темпів створення систем накопичення енергії (ESS). Проаналізовано характеристики сучасних АКБ та запропоновано оптимальні рішення для побудови систем ESS мікрорівня.

Ключові слова: *відновлювані джерела енергії, системи накопичення енергії (ESS), акумулятори, хімічні джерела струму.*

The article addresses the problem of renewable energy development dependence on the rate of creation of energy storage systems (ESS). The characteristics of modern batteries are analyzed and optimal solutions for building micro-level ESS are proposed.

Keywords: *renewable energy sources, energy storage systems, batteries, chemical electricity sources, charge-discharge cycles.*

Енергетика – один із базових компонентів сучасної економіки, який приводить в рух машини, забезпечує теплом або прохолодою будівлі та споруди, забезпечує функціонування інформаційних машин та засобів комунікації. Для забезпечення стабільності енергопостачання, створили енергетичні машини, які трансформували теплову та атомну енергію в електричну, потужні гідроелектростанції. Розрізнені виробники електричної енергії поєдналися в єдину енергосистему, обмінюючись енергопотоками для задоволення все зростаючих потреб споживачів. З часом було усвідомлено, що кількість викопного палива обмежена і технології, які використовуються для отримання енергії, не такі вже й безпечні, і для збереження екологічного балансу планети варто повернутися до енергетики, яка використовує відновлювальні джерела енергії, такі як сила вітру, енергія Сонця, внутрішнє тепло планети та інші екзотермічні процеси. Складність використання таких видів отримання енергії полягає у неможливості управляти процесом. Така енергетика потребує іншого підходу – слід отримувати енергію, коли це можна, накопичувати і використовувати, коли в ній виникає потреба. Ця проблема притаманна і для енергетики, що використовує викопне паливо. Для забезпечення стійкості енергосистеми «під парами» постійно перебуває частина енергоблоків, які в разі потреби активуються і видають енергію в мережу. Проте така система резервного очікування фінансово затратна.

Таким чином, як традиційна, так і відновлювальна енергетика потребують формування ринку систем накопичення енергії. Світовий обсяг ринку збереження енергії активно розвивається і за період з 2015 по 2020 рік зріс у 26 разів, причому частка домашніх систем зберігання енергії становила біля 16% від загального обсягу. За оцінками експертів Укренерго, енергосистема України є однією з найменш гнучких у світі, і для регулювання наростаючої розбалансованості виробництва та споживання електроенергії до 2025 року слід ввести в експлуатацію близько 2,5 ГВт швидких маневрених потужностей.

Отже, подальший розвиток енергетичних потужностей, які використовують відновлювальні джерела енергії, великою мірою залежить від швидкості формування ринку «джерел гнучкості», які забезпечуватимуть зберігання виробленої енергії. На практиці використовують чотири типи джерел гнучкості: *генерація* (ГЕС і маневрені ТЕС); *мережеві рішення* (інтерконект); *гнучкий попит* (регулюється споживання); і *технології накопичення* (ГАЕС, батареї та ін.) [7]. Світовий досвід свідчить, що найкращого результату компенсації різниці між попитом і пропозицією на енергетичному ринку можна досягти в разі оптимального комбінування різних джерел гнучкості.

В роботі [5] проаналізовано можливості застосування різних типів джерел гнучкості та визнано, що для систем мікрогенерації оптимальною є система, яка побудована на основі використання акумуляторних батарей (АКБ). Реалізовані проекти по створенню систем накопичення електроенергії в країнах Європи та США, які працюють на основі АКБ, зарекомендували себе як досить надійні та ефективні силові установки, що задовольняють потреби енергоринку в різних кліматичних та технологічних умовах.

Існує велика кількість акумуляторів, та ідеального (універсального) – досі не створили. На практиці, для вирішення конкретних технічних завдань і навіть окремих технічних пристроїв, сьогодні проектують спеціальні АКБ або адаптують існуючі до нових умов використання. «Електрифікація» автомобільної галузі різко прискорила процеси наукових досліджень та розробок нових моделей хімічних джерел електрики, що призвело до здешевлення акумуляторних батарей і підвищення їх ефективності.

Головна перевага АКБ полягає в тому, що їх можна заряджати до повної потужності, а потім, в разі потреби, використовувати накопичену енергію. Для створення ефективної системи накопичення електричної енергії перш за все проаналізуємо існуючі пропозиції на ринку АКБ та визначимо їх відповідність вимогам проекрованої системи накопичення енергії.

Для систем зберігання електричної енергії (ESS) підлягають аналізу такі характеристики АКБ: величина робочої напруги; тип розряду (постійний чи імпульсний); максимальний струм розряду; температурний режим під час зарядки; допустимий режим зарядки (стандартний, прискорений, швидкий, буферний); маса та габаритні характеристики,

термін служби. Також варто враховувати можливість «простою» та швидкість саморозрядження.

Залежно від електрохімічної технології АКБ поділяють на такі види: свинцево-кислотні (SLA); нікель-кадмієві (NiCd); нікель-металогідридні (NiMH); літій-іонні (Li-Ion); літій-полімерні (Li-Pol) та ін. Акумуляторні батареї оцінюють за: прогнозованою *корисною ємністю, кількістю циклів (заряд/розряд), температурним режимом роботи, рівнем саморозряду, здатністю працювати в режимі глибокого розряду, можливістю роботи з малими струмами, втратою ємності акумулятора з плином часу, здатністю працювати в умовах низьких температур* та за вимогами до *обслуговування*. Однією із важливих узагальнених характеристик АКБ є строк служби, який визначається кількістю циклів зарядки/розрядки та цілого ряду характеристик: глибини розрядки, процедур обслуговування, температури та хімічної природи акумулятора. Акумулятор вважається непридатним для використання у випадку коли рівень його ємності знижується на 60 – 80 % від номінального значення.

Розглянемо характеристики окремих видів акумуляторів.

Свинцево-кислотні акумулятори (SLA – герметизовані свинцево-кислотні). Це найстаріші із найдешевші акумулятори, які можна перезаряджати. Акумулятори цього типу застосовуються у випадку, коли необхідна велика потужність при малій вартості пристрою. Сьогодні використовуються малообслуговувані та необслуговувані АКБ, в яких реалізовано процес рекомбінації газів. Найбільший недолік свинцево-кислотних акумуляторів – виділення на електродах газів (кисень та водень).

Загальні характеристики сучасних *SLA*: використання простих зарядних пристроїв; можливість працювати в буферному режимі; термін служби може сягати 25 років; збільшена кількість циклів заряд/розряд (до 600-800); саморозряд на рівні 0,1% на добу; наявність великої лінійки стандартизованих типорозмірів. Акумулятори цього типу мають великий термін зберігання енергії проте ніколи не заряджаються до повної ємності, і відповідно мають найнижчу густину енергії. Оскільки вони мають низький саморозряд, не мають ефекту «пам'яті», не вибагливі в обслуговуванні, вони залишаються досить привабливим рішенням.

Різновидом *SLA*-пристроїв є так звані *гелеві акумулятори (GEL – Gelled Electrolite)*, в яких до електроліту додається двоокис кремнію (SiO_2), що перетворює електроліт у желеподібну консистенцію. Формування в товщі електроліту пористості збільшує площу поверхні на якій відбувається рекомбінація газів (водень та кисень перетворюються у воду).

Інша технологія (*AGM – Absorptive Glass Mat*) побудована на використанні пористого наповнювача зі скловолокна, який насичений рідким електролітом. Мікропори цього матеріалу заповнені електролітом не повністю, і в цих порожнинах також відбувається рекомбінація газів. Ці

технології дозволяють створювати АКБ, що не потребують обслуговування.

Серед недоліків свинцево-кислотних акумуляторів варто виокремити: мала швидкість зарядки, неприпустимою є глибока розрядка, можливість процесу сульфатації, невелика кількість циклів зарядка/розрядка. В умовах низьких температур свинцево-кислотні акумулятори значною мірою втрачають здатність віддавати великий струм. Детальний аналіз, AGM і GEL акумуляторів підтвердив схожість недоліків: мала кількість циклів зарядання/розрядження, чутливість до перевищення напруги і до перегріву, що заважає їх поширеному використанню як систем накопичення струму для ВЕД.

Нікель-кадмієві акумулятори (NiCd) на відміну від свинцево-кислотних, майже не виділяють газу і не потребують обслуговування, мають досить низький внутрішній опір і здатні віддавати великий струм у відносно короткі проміжки часу. Ці акумулятори стійкі до короткого замикання і можуть витримувати довготривалі навантаження, не зазнають впливу низьких температур. Сьогодні NiCd акумулятори залишаються найбільш популярними для портативних пристроїв. Так в приладах, де використовуються електродвигуни, які споживають великі струми, NiCd акумулятори залишаються незамінними.

Серед переваг NiCd акумуляторів: здатність працювати з великими струмами заряду/розряду; невибагливість до температур зовнішнього середовища; невибагливість до режимів зарядки; велика кількість циклів зарядки/розрядки (більше 1000); придатність до відновлення після зниження ємності або довготривалого зберігання; пожежна та вибухова безпечність; витривалість до механічних навантажень; низька вартість, довгий строк служби, доступність і великий асортимент форм-факторів.

До недоліків NiCd акумуляторів в першу чергу відносять ефект, який отримав назву «ефект пам'яті». Його поява пояснюється тим, що під час циклічної експлуатації батареї в структурі сепаратора утворюються хімічні сполуки, які перешкоджають подальшій розрядці малими струмами. Батарея немов би запам'ятовує стан неповного розряду. Для уникнення цього явища батарею періодично необхідно максимально розряджати. Виробники постійно удосконалюють технології, і сьогодні «ефект пам'яті» малопомітний. Зберігати NiCd акумулятори слід в розрядженому стані. Особливо варто відзначити, що через високий рівень токсичності Cd, який за рівнем не поступається ртуті, в багатьох країнах батареї цього типу підлягають обов'язковій утилізації в спеціальних пунктах.

Нікель-металогідридні акумулятори (NiMH). Технологія розглядалась як альтернативна нікель-кадмієвим. В цих АКБ кадмій був замінений на більш безпечний сплав, який адсорбує водень. Зміни хімічного складу дозволили забезпечити новий внутрішній баланс, який збільшив густину енергії. Особливостями нікель-металогідридних акумуляторів є: висока питома енергія; більший діапазон температур (-

10 +40 °C); зменшення прояву «ефекту пам'яті»; стійкість до довгих перезарядів малими струмами; механічна міцність; менша токсичність під час утилізації. Серед недоліків варто зазначити: менша кількість циклів заряду/розряду, високий рівень саморозряду, пріоритетний режим неглибокого розряду. Під час швидкої зарядки виділяється велика кількість тепла, що обумовлює необхідність застосовувати більш складні алгоритми зарядки акумуляторів, які враховують температурні режими. Акумулятори цього типу залишаються порівняно дорогими.

Літій-іонні акумулятори (Li-Ion) перш за все виграють в масі (в 3-4 рази) і генерують значно більшу напругу на одному елементі (3,6В замість 1,2В). Технологія виготовлення Li-Ion акумуляторів нова і постійно удосконалюється. Зараз назва літій-іонний акумулятор об'єднує джерела з різною хімічною структурою: літій/тіотілхлоридні (Li/SOCl₂), літій/сіркооксидні (Li/SO₂), літій/нікель оксидні (Li/NiO₂), літій/марганець оксидні (Li/MnO₂).

Головними перевагами літій-іонних акумуляторів слід вважати: високий рівень густини розрядного струму; мінімальний саморозряд, велика кількість циклів (заряд/розряд гарантовано більше 1000), працездатність в широкому діапазоні температур, високий рівень збереження накопиченої енергії та постійна готовність до роботи.

Розглянемо детальніше найбільш поширені типи Li-ion акумуляторів.

Літій-кобальтовий – LiCoO₂ традиційний літій іонний акумулятор, в якому катодом є графіт, а анодом - оксид літію з кобальтом. Такий акумулятор має малу масу. Здатні віддавати струм до 2С, але рекомендований тривалий струм розряду не повинен перевищувати 1С. Зберігати рекомендується за температури близько 5 °С зарядженими до 40 %. Схильні до старіння із втратою ємності навіть коли не використовуються. Середній термін зберігання і використання становить 5 років. За низьких негативних температур (нижче – 20 °С) незворотно втрачають ємність. Становлять небезпеку займання або вибуху під час перезаряджання або перегрівання, тому завжди забезпечуються захистом. Глибокий розряд призводить до повної непрацездатності акумулятора.

Літій-марганцевий – LiMnO₂ Для виготовлення аноду використовується марганець, а іони літію розташовані щільніше один до одного. Завдяки цій особливості ці акумулятори безпечніші, стійкіші до швидкого заряду великими струмами і здатні віддавати струми до 5С. Використовуються в обладнанні, що споживає великий струм: потужні ліхтарі, керовані радіомоделі. Завдяки низькому внутрішньому опору менше нагріваються, безпечніші.

Перевагами такого акумулятора є: здатність переносити великі струми заряду/розряду, безпека, великий термін служби (більше 500 циклів), є зручними для збирання батарей з декількох елементів.

Недоліками є: відносно низька ємність, ще більша чутливість до низьких температур (охолоджувати нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ не рекомендується). LiMnO_2 використовується для електроінструментів, медичних інструментів, а також в гібридних і електричних транспортних засобах.

Літій-залізофосфатний – LiFePO_4 . Виробництво цих акумуляторів розпочато лише після 2003 р. За своїми властивостями дуже схожі на LiMnO_2 , мають схожі сфери застосування. Відмінності полягають у пониженій ємності, здатності працювати під ще більшими навантаженнями (струм до 10С), у нижчій вартості комплектуючих. Так само поліпшено безпеку і збільшено термін служби. Ці елементи створені таким чином, що навіть за критичних навантажень не відбувається утворення кисню, отже не зростає тиск усередині елемента. Термін служби може перевищувати 3000 циклів.

LiFePO_4 акумулятори є настільки безпечними, що можуть переносити навіть потрапляння у воду. Робоча напруга – від 2,0 до 3,3 В. Перезарядження нижче 2 В є згубним, невелике перезарядження – допустиме. Майже не чутливі до негативних температур.

Перевагами таких акумуляторів є: стійкість до низьких температур, безпека, довгий термін служби, непримхливість, здатність переносити великі струми заряду/розряду.

Недоліками є: мала ємність.

Літій-полімерний – *Li-pol*

Li-pol вже майже повністю витіснили літій-іонні зі стільникових телефонів, знайшли широке застосування в радіокерованих моделях і деяких сучасних електромобілях.

Як електроліт використовується полімерний матеріал. Зазвичай Li-ion акумулятори мають циліндричну форму, Li-pol дають інженерам велику свободу вибору. Мінімальна товщина досягає 1 мм. Можна виготовляти мініатюрні моделі різної форми. Зазвичай побутові акумулятори призначені для пристроїв з низьким енергоспоживанням, але існують промислові моделі й моделі, здатні віддавати струм до 45С. Інші характеристики схожі з характеристиками звичайних LiCoO_2 моделей. Термін служби – 300–500 циклів, є чутливими до низьких температур, старіють, вибухонебезпечні за перевантажень, часто мають вбудовану електроніку захисту.

Перевагами літій-полімерних акумуляторів є: моделі різних форм і розмірів, у тому числі гнучкі моделі; деякі модифікації здатні віддавати дуже великий струм; мала вага, велика щільність запасеної енергії, відсутність «ефекту пам'яті», низький саморозряд.

Недоліками є: втрата ємності за низьких температур, вибухонебезпека при перезарядженні/перевищенні допустимого навантаження, схильні до старіння.

Літій-титанатний – *LT* акумулятори використовують нанокристали літій титанату на поверхні свого аноду замість вуглецю. Це дає аноду площу поверхні близько $100\text{ м}^2/\text{г}$, в порівнянні з $3\text{ м}^2/\text{г}$ для вуглецю, що

забезпечує швидке перезарядження і високі струми – за необхідності. LT мають щільність енергії до 177 Вт/л .

Недоліком LT є те, що вони мають нижчу внутрішню напругу (2,4 В), що призводить до нижчої питомої енергії (близько 30 – 110 Вт/кг) [16], ніж звичайні технології літій-іонних батарей (які мають власну напругу 3,7 В).

Економічність і екологічність є головною перевагою LT технології, що обумовлює перспективність використання в системах відновлювальної енергетики. Технологія літію титанату ідеально підходить для мобільного зберігання енергії. LT має життєвий цикл до 20 000 циклів, у порівнянні з 2 000 циклів у стандартних літійових батареях. Крім того, LT має найвище співвідношення енергії й ваги, яке є зараз доступним, створюючи можливість застосування для пристроїв, яким потрібна батарея з низькою вагою, наприклад, легкі автомобілі, електромобілі й автотранспортувачі.

Ультраконденсатор (іоністор). Ультраконденсатор (УК), що також називається суперконденсатором та *іоністором*, є електричним компонентом, що може утримувати в сотні разів більше електричного заряду, ніж стандартний конденсатор. Ця характеристика робить УК корисними в пристроях, які вимагають відносно невеликого струму і низької напруги. У деяких ситуаціях УК може замінити низьковольтну електрохімічну АКБ.

УК здатні працювати за температур, значно нижчих за нуль. Звичайний конденсатор містить дві електропровідні поверхні, розділені ізолюючим шаром, що називається діелектриком. Його ємність збільшується у міру збільшення площі поверхні провідників. Також ємність зростає за зменшення відстані між поверхнями і за збільшення діелектричної проникності проміжного ізолятора. Проте існує практична межа відносно ємності, що наявна у цій конструкції. УК принципово відрізняється своєю внутрішньою структурою. Замість двох електродів, розділених ізолюючим шаром, УК використовує пористе середовище, яке створює ефект пари пластин з велетенською площею поверхні, розділених тільки декількома нанометрами. У результаті ультраконденсатор має набагато більшу ємність, ніж будь-який звичайний високоємний компонент (такий як електролітичний або танталовий конденсатор).

Основним недоліком УК, у порівнянні зі старими конструкціями конденсаторів, є те, що УК не витримує високої напруги. Тоді як електролітичний конденсатор може бути розрахований на декілька сотень вольт постійного струму, УК мають максимальні номінальні значення всього близько 5 В постійного струму. Щоб використати УК за більш високої напруги, декілька компонентів мають бути з'єднані послідовно – їх номінали напруги складаються так само, як напруга батареї додається при послідовному з'єднанні. Проте, коли декілька конденсаторів будь-якого типу з'єднані послідовно, потрібні спеціальні запобіжні заходи для вирівнювання напруги по окремих компонентах.

До переваг УК відносяться: висока швидкість заряду-розряду, стійкість до сотень тисяч циклів перезарядження, порівняно з акумуляторами, мала вага, порівняно з електролітичними конденсаторами, низький рівень токсичності, допустимість розряду до нуля.

Використання УК: використовуються в умовах, що вимагають багато швидких циклів зарядки/розрядки, а не в довгостроковому компактному зберіганні енергії: в автомобілях, автобусах, потягах, кранах і ліфтах, для рекуперативного гальмування, короточасного накопичення енергії або подання живлення в імпульсних режимах. Також вони використовуються як резервна копія пам'яті для статичної пам'яті з довільним доступом (SRAM).

Отримані результати досліджень упорядкуємо та розмістимо в таблицю (табл. 1) та підведемо підсумки.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика АКБ та УК різних типів

Параметр/тип АКБ	Pb-acid	NiCd	NiMH	Літій-іонні акумулятори					УК		
				LiCoO ₂	LiMnO ₂	LiFePO ₄	Li-pol	LT	ДУК	СУК	ГУК
Номінальна напруга, В	2	1,2	1,2	3,6	3,8	3,3	3,6	2,4	1,2–3,3	2,2–3,3	2,2–3,8
Питома енергоємність, Вт·год/кг	20–40	40–60	30–80	150–190	100–135	90–120		30–110	1,5–3,9	4–9	10–15
Питома потужність, Вт/кг	100–300	150	250–1000	800–3000			800–900	3000–7000	2·10 ² –10·10 ³	3·10 ² –10·10 ³	3·10 ² –14·10 ³
Середній час зарядження, годин	більше 10	8	6	2–4	≤1		2	0,1–0,17	секунди-хвилини		
Кількість циклів розряду/заряду (термін служби)	500–800	2000	800	500–1000	500–1000	1000–3000	300–500	20000	10 ⁵ –10 ⁶	10 ⁵ –10 ⁶	2·10 ⁴ –10 ⁵
Середній саморозряд за місяць, %	4	10	30	менше ніж 10			5 %				
Середня вартість за кВт·год, \$	50–120	400–800	250	400–670				1000–2000	100		
Компактність	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Швидкий процес зарядження	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Простота утилізації	–	–	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Термін зберігання більше 3 років	+	+	–	+	+	+	+	+	+	+	+
Ефект пам'яті	–	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
Допустимий перезаряд	високий	середній	низький	низький							
Глибина розряду (DOD)	50 %	50–80 %	50–85 %	80 %				85 %	100 %		
Обслуговування	передбачене			не передбачене							

Отже, за результатами проведеного дослідження встановлено, що акумулятори залишаються достатньо дорогими джерелами енергії. Для накопичення виробленої енергії в час мінімального споживання, можна використовувати ряд методів, серед яких для малопотужних установок більш раціональними є системи побудовані на основі акумуляторів. Проведений аналіз характеристик найбільш поширених АКБ дозволив зробити висновок, що найбільш ефективними є група літій-іонних акумуляторів. Маючи порівняно високі показники за рівнем напруги (більше 3В), питомою енергоємності та питомої потужності, їм притаманні такі властивості як висока швидкість заряджання та досить велика кількість циклів заряджання/розряджання. Незважаючи на високу ціну, прогнозований термін експлуатації, дозволяє стверджувати про оптимальність співвідношення ціна/якість/термін придатності. Порівнявши техніко-економічні показники сучасних акумуляторів, можна зробити висновок, що особливо привабливими для розбудови малопотужних сховищ енергії є літій-залізофосфатні акумулятори.

Список використаних джерел

1. Аксінченко В. О. Авіаційна автономна система живлення бортових приладів / В. О. Аксінченко, О. М. Павловський. // XI всеукраїнська науково-практична конференція студентів та аспірантів «Погляд у майбутнє приладобудування», 15-16 травня 2018 року, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна. – 2018. – С. 16 – 18.
2. Аргун Щ. Г. Визначення найбільш ефективних тягових джерел струму для електромобілів / Щ. Г. Аргун. // Автомобільний транспорт. – 2017. – №41. – С. 11 – 22.
3. Білогуров А. В. Порівняння основних характеристик хімічних джерел струму різних електрохімічних систем / А. В. Білогуров. // Науковий практичний журнал. – 2017. – №3. – С. 124 – 134.
4. Классификация аккумуляторов [Електронний ресурс] // Спецтехсвязь. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <http://54sts.ru/articles/klassifikaciya-akkumulyatorov/>.
5. Немченко Ю.В. Акумуляючі системи енергії в стратегії розвитку відновлюваної енергетики. *Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали XXI міжнародної науково-практичної конференції* (Київ, 14-15 травня 2020 р.). – К.: Інтерсервіс, 2020. С. 171 – 176.
6. Немченко Ю.В. Акумулятори в системах накопичення енергії. *Modern problems in science: матеріали The VIII th International scientific and practical conference* ", November 09-12, 2020, Prague, Czech Republic. С. 650 – 654.
7. Петрик І. Як зробити українську енергосистему гнучкою [Електронний ресурс] / Ігор Петрик // Економічна правда. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.epravda.com.ua/columns/2019/09/4/651261/>.
8. Системи накопичення енергії: класифікація, характеристики, пріоритети використання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://solarsoul.net/vidy-i-primenenie-sistem-nakopleniya-energii>.
9. Технічна електрохімія 2: Хімічні джерела струму [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія», спеціалізації «Електрохімічні технології неорганічних та органічних матеріалів» / М. В. Бик, С. В. Фроленкова, О. І. Букет, Г. С. Васильєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,3 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 321 с.

ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ СОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ГЛИНИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ

Нефьодова К.В.

*студент інженерно-хімічного
факультету*

Власенко Н.Є.

*кандидат технічних наук, доцент
кафедри загальної та неорганічної хімії*

Зулфігаров А.О.

*кандидат технічних наук, старший
викладач кафедри загальної та
неорганічної хімії*

*Національний технічний університет
України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»*

Анотація. Застосування природних мінералів в очищенні стічних вод доцільно з екологічної та економічної точки зору. Глинисті матеріали та торф сорбують домішки органічного та неорганічного походження. Дані матеріали дешеві у порівнянні з активованим вугіллям. Їх можна модифікувати і збільшити їх сорбційну ємність, а також регенерувати.

Ключові слова: *очищення, глина, сорбент, модифікація.*

Обсяги забруднення стічних вод з кожним роком збільшуються. Відходи токсичних металів, потрапивши до навколишнього середовища негативно впливають на екосистему [1, 2]. У якості сорбентів використовуються синтетичні сорбенти, активоване вугілля, а також деякі відходи виробництва, такі як шлак, тирса, зола та ін. Але часто такі матеріали не володіють потрібними сорбційними властивостями і їх необхідно хімічно модифікувати [3, 4]. В результаті модифікування виходять сорбенти з відмінною від вихідного мінералу природою поверхні і поєднують в собі корисні властивості вихідного матеріалу і синтетичних сорбентів. Глинисті матеріали не дефіцитні і дешеві у порівнянні з активованим вугіллям [5]. Їх можна модифікувати і збільшити їх сорбційну ємність, а також регенерувати відповідним обладнанням [6].

Розглянемо сорбент на основі глини для очищення вод від важких металів. Глина має високі показники сорбції для широкого кола забруднювачів. Але для покращення її сорбційних властивостей потрібно використати методи модифікації. Перший спосіб модифікації, його називають кислотна обробка- метод дії кислотою на структуру матеріалу. Глиняний матеріал (глина G і B(Рисунок 1, 2)), легований різними силікатними мінералами, був модифікований обробкою азотною кислотою і витримували протягом 6 годин на сонячному світлі. Після висихання його варять при 1500°C протягом 24 годин безперервно. Варена глина модифікується в зернисту масу.

Для створення сорбційного матеріалу іншим способом беруть глину (Дибинецького родовища Київської області), її потрібно подрібнити в порцеляновій ступці в кульовому млині Retsch PM 100, зі швидкістю обертання 3000 об/хв протягом 30 хвилин. Потім просівають через металеве сито з діаметром комірки 40 мкм.

Збагачення – метод модифікації глини, направлений на видалення пустої породи та збільшення вмісту сорбційно-активних мінералів гравітаційним методом. Катіон заміщення - заміщення обмінних катіонів у структурі глинястих мінералів на інших катіонах. Збагачену та оброблену кислотну глину обробляли 1 М розчином NaCl у співвідношенні 1:20 протягом 2 годин при температурі кипіння водяної бані. Після цього осадок відмивали від слідів СГ і сушили при температурі 100-105° С. Аналіз складу вихідних глин показав, що хімічний склад використовуваних зразків відрізняється, проте в основному містяться однакові компоненти, але різної концентрації. Тому, варіюючи співвідношення глин в сорбенті, можна контролювати концентрацію таких компонентів, як окис 58 кремнію, заліза кальцію алюмінію тощо.

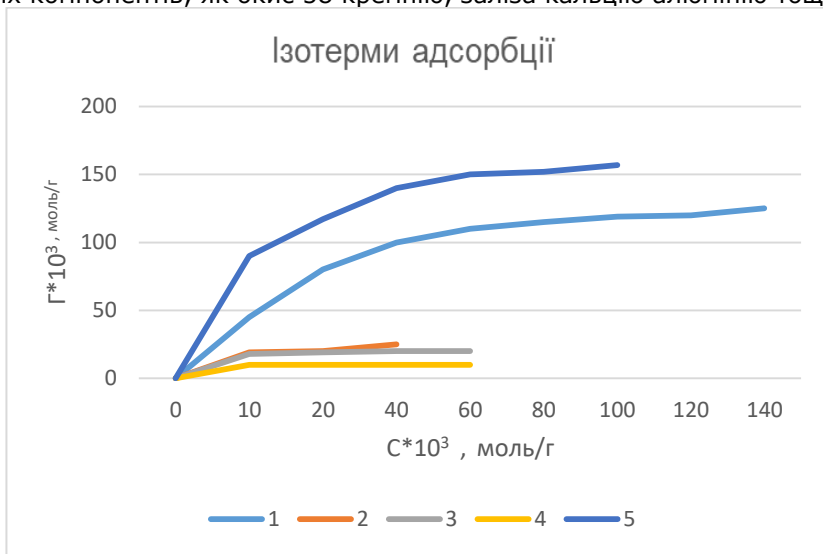


Рисунок 3. Залежність адсорбції від концентрації

(1 - збагачена глина; 2 - оброблена 10% H₂SO₄; 3 - оброблена 20% H₂SO₄; 4 - оброблена 30% H₂SO₄; 5 - натрієва форма збагаченої форми)

Для оцінки адсорбційних властивостей використовують ізотерми сорбції іонів металів на натрій заміщених формах збагаченою і обробленою кислотою зразках глини характеризуються сильною енергією сорбції в області низьких концентрацій. При розгляді графіку ізотерми (Рисунок 3) беруть точки адсорбції і через них проводиться апроксимуюча пряма. В області низьких концентрацій ізотерми ідуть практично паралельно осі ординат. Що свідчить про хімічний характер

сорбції. Результат десорбції підтверджують, що сорбція ИТМ носить хімічний характер.

Таблиця 1

Застосування глини в якості сорбенту при очистці стічних вод

Сорбент	Нафтопродукти		Жири	
	C(1)=70,0 мг/л	C(2)=1,39 мг/л	C(1)=0,30 мг/л	C(2)=55,2 мг/л
Збагач. глина	6,66 %	0,13%	0,20%	2,59%
	ПДК=0,3 мг/л		ПДК=1,1 мг/л	

Збагачена глина і її натрієва форма дозволяє понижати концентрацію нафтопродуктів в стічних водах з 70 мг/л до концентрацій, допустимих при По прибутті їх на спорудження повної біологічної очистки. Високу ефективність очистки стічних вод показала модифікована кислотна глина і її натрієва форма. Вони очищають стічні водойми до концентрацій, допустимих для водойм культурно-побутових і питтєвого водокористування (0,3 мг/л). Всі модифіковані форми глин ефективні для очистки стічних вод від жирів.

Ефективність очистки від ИТМ задовольняє нормативам вмісту їх в очищених стічних водах при потраплянні їх в водойми культурно-побутового і питтєвого призначення. Спосіб отримання сорбційного матеріалу включає в себе кілька основних операцій: збагачення глини, змішування компонентів в необхідному співвідношенні, кислотна обробка, формування сорбенту в гранули, сушку і відпал.

Таким чином, в результаті модифікування і вивчення сорбційних властивостей виявлені оптимальні сорбенти для очищення стічних вод в залежності від природи поллютанта і його концентрації. Катіон заміщена форма обробленою кислотою глини універсальний сорбент для очищення стічних вод від йонів важких металів і органічних речовин.

Інформаційні джерела

1. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод / Е. С. Климов, М. В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.
2. Auta M. Modified mesoporous clay adsorbent for adsorption isotherm and kinetics of methylene blue. Chemical Engineering, 2012. №198(199). P. 219-227.
3. Смирнов Д. Н., Генкин В. Є. Очищення стічних вод в процесах обробки металів. М. : Металлургія, 1980. 195 з.
4. Aysha M. K. Removal of metallic elements from industrial waste water through biomass and clay. Frontiers in Life Science, 2016 : 10.1080/21553769.2015.1041187
5. Сергеева Е. С. Разработка подходов к моделированию процессов очистки нефтесодержащих вод в динамических условиях природными сорбентами. Энергосбережение и энергоотведение, 2009. №4(60). С. 9-11.
6. Auta M. Modified mesoporous clay adsorbent for adsorption isotherm and kinetics of methylene blue. Chemical Engineering, 2012. №198(199). P. 219-227.

СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ЩІЛЬНОСТІ ТЕПЛООВОГО ПОТОКУ ДЛЯ ОЦІНКИ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ БУДИНКІВ ТА СПОРУД

Пономарьов О.М.

викладач кафедри двигунобудування

Дніпровський національний

університет імені О.Гончара

У роботі наведений новий області теплотехнічних вимірів. На основі аналізу існуючих методів виміру теплових потоків розроблений спосіб виміру теплового потоку за допомогою пристрою на основі елементу Пельтье. Проведене експериментальне відпрацювання, яке підтвердило працездатність і достовірність способу. Розроблений пристрій може бути використаний як датчик теплових втрат при проведенні робіт та досліджень з енергоаудиту.

Ключові слова: *теплотехнічні вимірювання, енергоефективність, енергоаудит.*

В сучасних умовах постійного зростання цін на енергоносії на перший план виходять застосування засобів енергозбереження та проведення енергоаудиту підприємств та об'єктів житлово-комунального господарства. Саме визначення теплових втрат є найважливішим завданням при проектуванні нових об'єктів, а також при роботах по проведенню утеплення будівель і споруд.

Теплотехнічні вимірювання необхідні для визначення багатьох фізичних величин, пов'язаних з процесами вироблення та споживання теплової енергії, вони широко застосовуються в багатьох галузях промисловості: в енергетиці, металургії, хімії та інших. В енергетиці теплотехнічні вимірювання використовуються для повсякденного контролю і спостереження за роботою і станом встановленого на електростанціях обладнання. Велику роль вони грають в пристроях автоматизації електричних станцій (автоматичне регулювання і управління, технологічна захист, сигналізація).

На даний час вимір теплових потоків регламентовано в ГОСТ 25380-82 "Будинки і споруди. Метод вимірювання густини теплових потоків, що проходять через огорожувальні конструкції". Цей стандарт встановлює єдиний метод визначення щільності теплових потоків, що проходять через одношарові і багатошарові огорожувальні конструкції.

Термоелектричні явища широко використовуються в техніці. Термопари застосовуються для вимірювання температури, а також для прямого перетворення тепла в електрику в тих випадках, коли доцільно уникнути рухомих деталей (наприклад, в космосі). Поглинання тепла при проходженні електричного струму через контакт використовується в холодильниках і т.п. Ефект Пельтье – явище виділення або поглинання тепла на контактах двох провідників при проходженні через них

електричного струму. Явище нагріву або охолодження контакту між провідниками, коли через нього проходить електричний струм, відкрив французький учений Жан Пельтьє. Ефект Пельтьє притаманний як металам, так і напівпровідникам, в напівпровідниках він виражений краще.

Елемент Пельтьє являє собою спайку невеликих напівпровідникових паралелепіпедів, закріплених між двох плоских керамічних пластин. При пропусканні електричного струму через подібний модуль виникає різниця температур на його протилежних поверхнях: відбувається нагрів одного боку та охолодження іншого. Також Елемент Пельтьє здатний сам виробляти електроенергію якщо примусово охолоджувати одну і нагрівати іншу поверхні модуля. Саме ці, енергогенеруючі властивості дають можливість використання в якості вимірювального пристрою, що експериментально доводиться в даній роботі.

Основним завданням досліджень є створення доступного пристрою для вимірювання щільності теплових потоків, наприклад, теплових втрат через стінки споруд. Найбільш відомим і поширеним методом вимірювання щільності теплових потоків є метод допоміжної стінки.

Порядок проведення експерименту. До електричного нагрівального пристрою з джерела живлення підводиться постійний струм з необхідною напругою та силою струму. Нагрівальний пристрій теплоізолюваний для зменшення теплових втрат через бокові поверхні. Після підводу живлення реєструються показники цифрових термометрів на двох поверхнях досліджуваного елемента Пельтьє до отримання стаціонарного теплового режиму. Коли показники температури не змінюються певний проміжок часу реєструється вихідна напруга на проводах елемента через елемент опору (термо-ЕРС).

Для проведення експерименту була створена теплоізолювана конструкція, всередині якої знаходився нагрівач з регульованою відомою потужністю. За допомогою джерела живлення постійного струму ТЕС-40 робоче напруга підводиться до нагрівального елемента, на який встановлено досліджуваний елемент Пельтьє. Тепло від зовнішньої боку елемента відводиться через радіатор. Між усіма контактуючими поверхнями забезпечений хороший тепловий контакт з допомогою термопасти КПТ-8. Для реєстрації температур на зовнішній поверхні нагрівального елемента (гаряча сторона елемента) і на холодній стороні елемента, що межує з радіатором, використовуються терморпні термометри. Реєструється вихідна напруга на елементі опору на кінцях досліджуваного термоелектричного елемента.

В якості досліджуваного елемента був обраний термоелектричний елемент Пельтьє ТЕС1-12706, як один з поширених і доступний за ціною.

До електричного нагрівального пристрою від джерела живлення підводиться постійний струм з необхідною напругою і силою струму. Нагрівальний пристрій було ізолювано для зменшення теплових втрат

через бічні поверхні. Після підведення живлення реєструються показники цифрових термометрів на двох поверхнях досліджуваного елемента Пельтье до отримання стаціонарного теплового режиму. По досягненню стаціонарного теплового режиму, коли показники температури не змінюються протягом певного проміжку часу, реєструється вихідна напруга на елементі навантаження.

Під час проведення серії експериментів серед всіх фактично вимірних величин найбільш інформативною є вихідна напруга з досліджуваного термоелектричного елемента. Тому крива залежності вхідного теплового потоку від генерованої напруги є найбільш інформативною, візуальний аналіз якої має близьку до лінійної залежність, що вказує на можливість застосування простого коефіцієнта для отримання значення з приладу в необхідних нам одиницях густини питомого теплового потоку (Вт/м^2). На основі проведених експериментів був створений дослідний зразок лабораторного вимірювального приладу, який підтвердив висунуту гіпотезу щодо використання елементів Пельтье в якості датчиків теплового потоку і дозволяє проводити такі виміри.

Можливе практичне застосування створеного приладу: вимірювання інтегральних теплових потоків нагрівальних елементів, приладів, холодильного приладдя, променевих нагрівачів; вимірювання теплових втрат приміщень, будівель, магістральних трубопроводів систем теплопостачання; вимірювання сонячного променевого теплового потоку; дослідження в області інтенсифікації теплообміну; дослідження теплофізичних властивостей матеріалів; експериментальне визначення коефіцієнту теплопровідності теплоізолюючих матеріалів; визначення коефіцієнту тепловіддачі, відбивання та поглинання матеріалів, покриттів, дослідження теплопередачі, конвективного та променевого теплообміну; інші фізико-технічні експериментальні дослідження.

Під час проведеної роботи експериментально підтверджено можливості застосування елемента Пельтье у якості датчика питомого теплового потоку (щільності теплового потоку); визначено галузі практичного застосування, переваги та недоліки створеного теплотехнічного приладу.

Інформаційні джерела

1. В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. Теплопередача. - М.: Энергия, 1975, 7-17 с.
2. Д.В. Сивухин Общий курс физики. - М.: МФТИ, 2004. - Т. III. Электричество. 460-462 с.
3. Л.И. Анальчук. Термоэлементы и термоэлектрические устройства, - Киев.: Наукова думка, 1975, 25-28 с.
4. Пономарев А.Н. Способ измерения плотности теплового потока с помощью устройства на основе элемента Пельтье // Проблемы высокотемпературной техники. Сб. научн. тр. - Д.: Пороги, 2014.

ВАЖЛИВІСТЬ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА МІКРОКЛІМАТ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Шевченко Ю.В.

*аспірантка 1-го року навчання
кафедри загальнотехнічних дисциплін
та охорони праці*

*Національний педагогічний
університет імені М.П.Драгоманова*

Приводом для осмислення значущості енергозбереження в дошкільних навчальних закладах став процес тісного розвитку міжнародного співробітництва, в першу чергу з такими закордонними країнами, як Великобританія, Данія, Франція, Німеччина, Норвегія. Ці держави з періоду енергетичної кризи 70-х років минулого століття накопичили достатньо багатий досвід в сфері енергозбереження і висловили готовність поділитися ним. З'явилися перші міжнародні програми і пілотні проекти, зокрема, програма «IQ energy».

Популяризація та пропаганда є невід'ємною частиною діяльності з енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, і при розумному застосуванні дозволяє досягти набагато більш високих результатів. Пропаганда - (від лат. Propaganda - поширювати) «особливий вид соціальної діяльності у вигляді цілеспрямованого поширення знань, ідей, інформації для формування певних поглядів, у'явлень, здійснення впливу на поведінку людей, соціальних груп», Тобто, кожен учасник процесу виробництва і споживання енергетичних ресурсів повинен бути проінформований про те, що він може і повинен зробити для підвищення ефективності функціонування енергетичної системи вцілому, у нього має сформуватися у'явлення, що його участь у процесі енергозбереження дозволить отримати певні як особисті, так і суспільні вигоди. Основною метою пропаганди та популяризації є формування і стимулювання позитивної громадської думки про велику соціальну значущість і економічну доцільність процесу енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, а також забезпечення всіх зацікавлених осіб інформацією про можливі шляхи участі в цьому процесі.

Основними завданнями популяризації та пропаганди енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності є: - інформування всіх зацікавлених осіб про програми в галузі енергозбереження та підвищення енергоефективності, про зміни та доповнення в чинне законодавство в цій сфері, а також про кращий практичний досвід в сфері енергозбереження та підвищення енергоефективності; - забезпечення інформаційної та методичної підтримки населення, бюджетних та комерційних організацій з питань

виконання заходів в галузі енергозбереження та підвищення енергоефективності (організація енергетичних обстежень, оснащення приладами обліку, енергосервісної діяльності, навчання відповідальних осіб та інших заходів); - інформаційне забезпечення енергоспоживачів і керівників, відповідальних за прийняття інвестиційних рішень, про можливості і вигоди економії енергії, наявності та вартості різних типів енергозберігаючого обладнання, приладів і послуг з енергозбереження; - організація консультування споживачів енергії щодо шляхів та інструментів максимально ефективного заощадження енергоресурсів. Ще однією важливою складовою інформаційної діяльності є моніторинг, оперативне отримання об'єктивних даних про хід виконання запланованих енергозберігаючих заходів з метою координації, управління та організації ефективного контролю за їх здійсненням і поширення досвіду, а так само виявлення можливих бар'єрів та шляхів їх усунення.

Таким чином, необхідний методичний підхід до організації популяризації та пропаганди енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності, що вимагає певних знань в даній сфері, і передбачає проведення широкого комплексу різноманітних інформаційних та агітаційних заходів, включаючи централізоване поширення інформації про розвиток енергозберігаючих проектів, доцільність застосування енергоефективних технологій, прийняття визначених організаційно - управлінських рішень, або виконання заходів на рівні індивіда чи організації.

Цікавий досвід Східної Європи, коли при переході від планової до ринкової економіки національним урядам довелося задуматися над питаннями підвищення енергоефективності в різних сферах. Ні досвіду, ні коштів на здійснення подібних програм такі країни, як Румунія, Болгарія, Боснія і Герцеговина, Македонія, Албанія, Хорватія, Сербія, Чорногорія, Туреччина, Грузія, Молдова, не мали. Тому починаючи з 90-х років минулого століття, більшість програм, що сприяють підвищенню енергоефективності в державному секторі в цих країнах, були профінансовані та реалізовані за допомогою таких організацій, як Агентство США з міжнародного розвитку, Світовий банк, Глобальний екологічний фонд, Європейський Союз.

На сьогодні перед педагогами стоїть важливе завдання: виховати нове покоління, яке, впроваджуючи і використовуючи сучасні технології в різних галузях виробництва, в той же час буде розуміти важливість економії енергоресурсів, бо, маючи їх, держава забезпечує свою енергетичну безпеку, а дбайливе ставлення до них гарантує екологічну чистоту оточуючого нас світу та підвищує якість життя.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ

Шишко Ю.В.

*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри енергетичних систем
та енергоменеджменту*

Хричев В.В.

студент групи ТЕ01-14м

*Національна металургійна академія
України*

Анотація. З метою дослідження енергетичної ефективності комплексу заходів з енергозбереження виконано розрахунок енергопотребителів житлової 3-поверхової будівлі, запропоновано низку заходів з енергозбереження, визначено енергопотребу будівлі до та після комплексного впровадження всіх запропонованих заходів, а також, досліджено, як змінюється питома енергопотреба будівлі при впровадженні окремих заходів з енергозбереження та їх комбінації.

Ключові слова: *енергетичне обстеження, енергопотреба, енергоспоживання, енергоощадні заходи*

В сучасному світі наявність і доступність паливно-енергетичних ресурсів, безперервність постачання й ефективність їх використання багато в чому визначають стійкість та темпи розвитку будь-якої країни, саме тому більшість розвинутих країн світу втілюють політику та програми з підвищення енергоефективності. Не є винятком і Україна, де на сьогодні склалася досить напружена ситуація з забезпеченням енергетичними ресурсами, від успішного вирішення якої може залежати швидкість та якість розвитку країни у майбутньому.

Відповідно до Директиви ЄС з енергетичної ефективності (Директива ЄС 2012/27/EU), загальний комплекс заходів з підвищення енергоефективності, серед іншого, містить наступні укладення щодо реконструкції будівель та збільшення ефективності енергетичних систем. В свою чергу Україна, приєднавшись до Договору про заснування Енергетичного Співтовариства (ЕС) стала з 1 лютого 2011 р. повноправним членом ЕС та зобов'язалася імплементувати у національне законодавство основні акти законодавства ЄС, зокрема, з енергоефективності, розвитку поновлюваних джерел, екології та клімату.

За даними Мінрегіону України щорічні втрати тепла у житловому секторі країни досягають 60%, при цьому найбільші втрати енергії мають місце у багатоквартирних будинках, тому сьогодні серед основних заходів з енергоощадності є сприяння залученню інвестицій у

термомодернізацію житлових будівель та у будівництво споруд з близьким до нульового споживанням енергії.

Головна причина високої енерговитратності багатоквартирних будинків масової забудови обумовлена надмірними тепловтратами через огорожуючі конструкції, а також, низькою ефективністю систем їх опалення. Це пов'язано з тим, що більшість будинків зазначеної категорії проєктувалися та будувалися з низькими теплотехнічними характеристиками, які не відповідають вимогам сьогодення.

В даній роботі було розглянуто варіанти підвищення енергетичної ефективності довільно обраного житлового багатоквартирного будинку. Характеристики будинку, що розглядався, наступні: будівля 3-поверхова, стоїть окремо, затінення (інших будівель та дерев) немає. У будинку 18 квартир, в середньому в кожній квартирі живе по 2 людини. Гаряче водопостачання забезпечується електричним бойлером. Середня температура повітря в приміщенні становить 23 °С, а на сходах – 14 °С. Зовнішні стіни будівлі складаються з керамзитобетону товщиною 350 мм, між вікнами – з цегли керамічної товщиною 350 мм. Дах будівлі неопалювальний, плити перекриття виготовлені з порожнистих бетонних панелей товщиною 220 мм і фіброліту 100 мм, покритого бетоном 20 мм. Підвал будівлі також неопалювальний. Тип системи опалювання: розподільча система з нижньою розводкою та елеваторним вузлом.

З метою визначення енергетичного стану будівлі та розробки, в разі потреби, заходів з енергозбереження, було розраховано споживання теплової енергії в будівлі при існуючих параметрах та після реконструкції.

Методика розрахунку з визначення енергопотребі для опалення та охолодження зони будівлі відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12:2015 «Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні» включає наступні кроки:

- а) визначити внутрішні та кліматологічні умови;
- б) розрахувати характеристики теплопередачі трансмісією;
- в) розрахувати характеристики теплопередачі вентиляцією;
- г) розрахувати внутрішні теплонадходження;
- д) розрахувати сонячні теплонадходження;
- е) розрахувати динамічні параметри.

Аналіз результатів розрахунку показав, що розглянута будівля має дуже високу питому енергопотребу, яка складає 199,53 кВт·год/ м², тому для зменшення енергопотребі необхідно провести термомодернізацію будівлі, комплексну або часткову.

З метою зменшення енергопотребі будівлі було розглянуто наступні заходи з енергозбереження:

- утеплення зовнішніх стін будівлі кам'яною ватою 150 мм;
- утеплення підлоги полістиролом 100 мм;

- утеплення мансардного поверху кам'яною ватою 250 мм;
- заміна старих вікон на нові з 3-ма склопакетами;
- встановлення в будівлі нової двотрубною системи опалення з новими радіаторами та термостатичними клапанами на кожному радіаторі та нового теплового пункту.

Розрахунки енергопотребителі будівлі після комплексного впровадження всіх запропонованих заходів показали, що комплексна термомодернізація будівлі із заміною системи опалення та встановленням нового ІТП дозволить зменшити питому енергопотребу будівлі більш ніж у два рази – з 199,53 до 91,85 кВт·год/м².

Таблиця 1

Питома енергопотреба житлової будівлі для різних варіантів комбінування енергоощадних заходів

№ варіанту	Перелік енергоощадних заходів	Питома енергопотреба, кВт·год/м ²
Варіант 0	Існуюча будівля	199,53
Варіант 1	Заміна вікон + заміна балконних блоків + заміна вхідних дверей	169,67
Варіант 2	Утеплення зовнішніх стін	139,11
Варіант 3	Утеплення зовнішніх стін + утеплення підвалу + утеплення горища	120,74
Варіант 4	Всі попередні заходи разом, без реконструкції системи опалення та встановлення ІТП	106,11
Варіант 5	Комплексна термомодернізація будівлі з реконструкцією системи опалення та встановленням ІТП	91,85

Але впровадження повного пакету запропонованих заходів з енергозбереження може бути складним через велику вартість обладнання, матеріалів, проектних та монтажних робіт, тому досить часто мешканці будівель обирають часткове впровадження енергоощадних заходів. У зв'язку з цим в роботі було досліджено, як змінюється питома енергопотреба будівлі при впровадженні окремих заходів з енергозбереження та їх комбінації.

Результати дослідження наведені в таблиці 1 та, для більшої наочності впливу комбінування різних енергоощадних заходів на середньорічну питому енергопотребу, на рисунку 1.

Аналіз результату розрахунків показав, що заміна старих вікон, балконних блоків та вхідних дверей на нові енергоощадні дозволить знизити питому енергопотребу приблизно на 15%, утеплення зовнішніх стін призведе до зменшення питомої енергопотребителі десь на 30%, якщо додатково до стін утеплити підвал та горище, питома енергопотреба зменшиться ще на 9,5% і складе 39,5%.

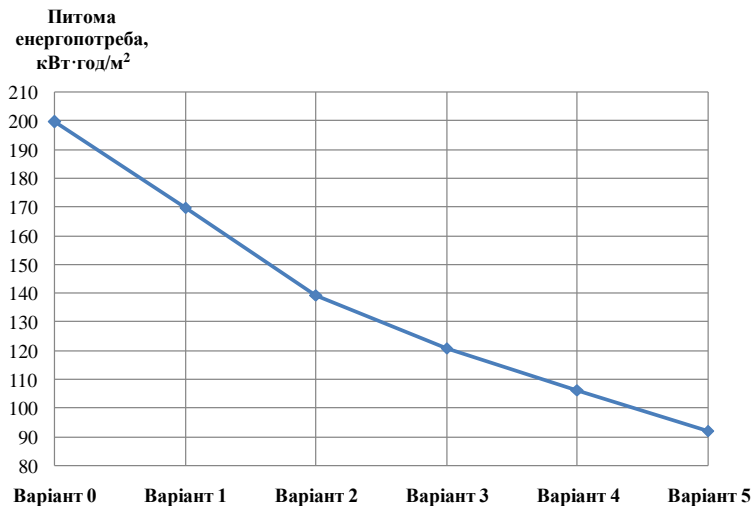


Рис. 1. Питома енергопотреба будівлі для різних варіантів комбінування енергоощадних заходів

Якщо впровадити всі вказані заходи разом, але без реконструкції системи опалення та встановлення ІТП, питома енергопотреба в будівлі зменшиться на 46,8% від початкового значення. В разі, якщо буде проведено комплексну термомодернізацію будівлі з реконструкцією системи опалення та встановленням ІТП, зниження питомої енергопотреби в будівлі складе майже 54%, додатково до цього підвищиться комфортність перебування мешканців в будівлі за рахунок більш якісного регулювання внутрішньої температури в залежності від температури повітря назовні.

Інформаційні джерела

1. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн (Підготовлено відділом інформаційно-аналітичної роботи департаменту міжнародного співробітництва та євроінтеграції НПЦР ОЕС України), Київ, 12/2017.
2. Новий освітній простір. Енергоефективність./Інформаційний посібник (інформація в електронному вигляді на www.dfr.minregion.gov.ua). Автор: Андрій Цибулько, експерт з енергоефективності та енергоаудиту, 1 березня 2019 р.
3. Методичні рекомендації для співвласників багатоквартирних будинків: розробка енергоефективних проектів/Проект «Створення енергетичних агентств в Україні». Підготовлено ТОВ «айСі консулентен» (iC consulenten). – Київ, 2016 р.
4. ДСТУ Б А.2.2-12:2015 ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ БУДІВЕЛЬ. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – К.: Мінрегіон України, 2015.

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВЕЛЬЦ-ПРОЦЕСУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ПЕТЛЕВОГО ПОВІТРОНАГРІВАЧА

Юрко В.В.

аспірант кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій

Ганжа А.М.

*доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій*

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»*

Анотація. За даними дослідження WORLD ECONOMIC FORUM, Україна посідає 119-те місце серед 127 країн по співвідношенню ВВП та втрат енергії в промисловості. Енергоефективність України зараз знаходиться на низькому рівні. Особливо гостро це спостерігається в металургії та енергетиці. Проте, за останні декілька років державою закладені базові засади для підвищення енергоефективності технологічних процесів. Застосування петлевого повітрянагрівача для ряду галузей промисловості, в яких утворюються вторинні енергетичні ресурси, є ефективним методом підвищення енергоефективності та зниження навантаження від виробничої діяльності на атмосферу. Впровадження петлевого повітрянагрівача для технології вельц-процесу переробки металургійних відходів направлено на енергоощадне використання природних енергетичних ресурсів та дозволяє одночасно вирішити декілька завдань – екологічне, фінансово-економічне та завдання підвищення енергоефективності.

Ключові слова: *петлевий повітрянагрівач, утилізація тепла димових газів, енергоефективність.*

У 2013 році Комісія ООН оголосила з 95-відсотковою впевненістю, що основною причиною глобального потепління є людська діяльність [1]. Ці висновки отримані на основі спостереження за станом навколишнього середовища починаючи з 1950-х років і пов'язані з наслідками викидів парникових газів. Концентрація парникових газів в атмосфері досягла «критичної» величини: 400 ppm (кількість молекул CO₂, яка приходить на мільйон молекул сухого повітря). З початком індустріалізації світового господарства з'являється промисловий CO₂ як побічний продукт в багатьох галузях економіки. За останні шість десятиліть темпи викидів CO₂ збільшилися в 4 рази.

Використання газоподібного палива в різних галузях народного господарства є невід'ємним супутнім процесом життєдіяльності людини як антропогенної планетарної екосистеми. Щорічне збільшення споживання газоподібного палива і низька ефективність технічних рішень по утилізації теплоти продуктів згоряння призводить до погіршення

повітряного середовища в зонах проживання населення, особливо при збільшенні продуктивності теплогенеруючих установок з утворенням підвищеної кількості шкідливих компонентів в продуктах згорання, що викидаються в атмосферу. Хоча ці зони є відносними, оскільки антропогенні викиди надходять в атмосферу і, втративши свою національну приналежність, мігрують напрямками глобальних антропогенних газових потоків.

Одним із найпростіших методів зменшення шкідливих умов, що забруднюють атмосферу є зниження обсягів спалювання природного газу за рахунок утилізації теплоти продуктів згорання, який забезпечує не тільки зниження парникових газів та шкідливих речовин в продуктах згорання, що викидаються в атмосферу, а й створює умови підвищення енергозбереження в технологічних процесах та теплогенеруючих установок, за рахунок підігріву повітря в рекуператорі [2].

Протягом тривалого часу на шламосховищах спеціалізованих підприємств складається велика кількість металовмісних відходів різних металургійних виробництв у вигляді техногенних полігонів. До складу таких відходів входять токсичні компоненти, які чинять негативний вплив на навколишнє середовище і вони відносяться до класу небезпечних речовин. Розроблено ряд технологій, які передбачають вилучення із шламів кольорових металів. Відомі патенти Росії RU 2280087, США (19) (11) 6083295, Європи (19) (11) EP 0972849A1 та ін. Ці технології мають ряд обмежень для впровадження через відсутність утилізації шкідливих газо- і пилоподібних відходів що утворюються в процесі переробки шламів. В результаті чого димові гази і залишковий пил викидаються в атмосферу. Висока температура не дозволяє направляти їх на газоочистку.

Спеціалістами ДП «УкрНТЦ «Енергосталь» розроблена технологія, яка усуває недоліки раніше розроблених комплексів [3]. Головною особливістю технології є застосування петлевого повітрянагрівача, який підіймає розроблену технологію на новий щабель конкурентоспроможності [2]. Повітрянагрівач утилізує тепло димових газів та усуває необхідність спалювати природний газ для нагріву повітря, яке необхідне в технологічному процесі. Петлевий повітрянагрівач можна розглядати як еколого-теплоенергетичний теплоутилізатор, що дозволяє за рахунок утилізації тепла димових газів нагріти повітря, яке необхідне в технології вельц-процесу. Гаряче повітря дозволяє замінити природний газ і уникнути викид шкідливих в продуктів згорання.

Через постійне підвищення вартості природного газу та враховуючи вичерпання його запасів із надр Земної кори, стратегічним завданням є його економія. Одним із пріоритетних засобів економії природного газу є зменшення споживання шляхом заміщення його вторинними енергоносіями, зокрема використання теплоти продуктів згорання в теплогенеруючих та технологічних установках.

Кількість природного газу, який заміщується гарячим повітрям (задача енергоефективності) [4]:

$$G_{\text{ПР}} = \frac{Q_{\text{Б}}}{Q_{\text{ПР}}} \cdot \eta_{\text{ВТР}} = \frac{21650}{33,34} \cdot 0,95 = 616,9 \frac{\text{М}^3}{\text{год}} = 5404000 \frac{\text{М}^3}{\text{рік}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{Б}}$ – кількість переданого повітря тепла від димових газів (згідно з розрахунком теплового балансу повітрянагрівача), МДж/год; $Q_{\text{ПР}}$ – теплотворна здатність природного газу (33,34 МДж/м³) [13]; $\eta_{\text{ВТР}}$ – втрати тепла в навколишнє середовище (прийнято $\eta_{\text{ВТР}} = 0,98$).

Тобто, щоб отримати дану кількість тепла, яке передається повітря, необхідно спалити 616,9 м³/год природного газу.

Основним забруднювачем атмосфери є CO₂, що утворюється в результаті спалювання органічного палива при виробленні електроенергії та тепла. Використанні рекуператора в теплогенеруючих установках для утилізації теплоти продуктів згоряння дозволяє зменшити навантаження на навколишнє середовище. При спалюванні природного газу утворюється CO₂ в кількості 1,85 т на 1000 м³ природного газу [5] (екологічна задача):

$$G_{\text{CO}_2} = G_{\text{ПР}} \cdot 1,85 = 8455,4 \text{ т/рік}$$

В рамках Кіотського протоколу конвенції ООН про зміну клімату (КП КЗК ООН) передбачаються ряд ефектів від проведення природоохоронних заходів направлених на скорочення викидів парникових газів і зменшення навантаження на атмосферу, основні з них: економічні і екологічні. Ціна квоти ($C_{\text{КВ}}$) за зменшення викидів CO₂ становить 12,2 євро/т [6]. Загальна кількість отриманих вуглеводних квот (K_{CO_2}) складає (фінансово-економічна задача):

$$K_{\text{CO}_2} = G_{\text{CO}_2} \cdot C_{\text{КВ}} = 8450 \cdot 12,2 = 103090 \text{ євро/рік.}$$

Отже, підвищення енергоефективності – є важливою задачею в усіх сферах господарювання для гарантованого економічного процвітання. Проведено оцінку зменшення викидів парникових газів, розглянуто екологічний і фінансовий ефект при заміщенні природного газу нагрітим повітрям завдяки використанню еколого-теплоенергетичного петлевого повітрянагрівача.

Інформаційні джерела

1. Белоусов, В. Н. Энергосбережение и выбросы парниковых газов (CO2): уче. пособие/ В. Н. Белоусов, С. Н. Смородин, В. Ю. Лакомкин. – Санкт –Петербург, 2014. – 53 с.
2. Юрко В.В. Усовершенствование рекуперативного воздухонагревателя для расширения области его применения при условии использования запыленного теплоносителя / В.В. Юрко, А.М. Ганжа // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування.
3. Пат. 118988 Україна, МПК С22В7/00, С22В19/38. Комплекс переробки сировини, що містить сполуки цинку та свинцю / Рижавський А. З., Сталінський Д. В., Зимогляд А. В., Юр-ко В. В. ; заявитель и патентообладатель ДП «УкрНТЦ«Енергосталь». № u201700817 ; заявл. 30.01.17 ; 11.09.17, Бюл. № 17. 8 с. : ил.

4. Юрко В. В., Ганжа А. М. Техніко-економічне, фінансове та екологічне обґрунтування енергозберігаючих заходів при впровадженні петлевого повітрянагрівача для технології переробки металургійних відходів. Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. Харків: НТУ «ХПІ», 2019. № 2. С. 38–42. Бібліогр.: 10 назв. ISSN 2078-774X (print). ISSN 2707-7543 (on-line). doi: 10.20998/2078-774X.2019.02.07.
5. Методические указания по расчету выбросов парниковых газов от тепловых электростанций и котельных Введ. 2010. – Астана, 2010. – 15 с.
6. Немировський І.А. Економічна оцінка енергозберігаючих проектів : учеб. Посібник / І.А. Немировський, О.М. Проскурня; НТУ «ХПІ». – Харків : ФЛП Мези-на В.В., 2017. – 152 с.

ЗМІСТ

<i>Бурцева С.І.</i> Реалізація проектів з енергоефективності та енергозбереження в Україні, як один з ключових напрямків розвитку держави	3
<i>Задорожна Д.О., Компанець Е.В.</i> Види альтернативної енергетики. Проблеми та перспективи розвитку альтернативної енергетики. Проблеми енергозбереження	8
<i>Закусило А.І.</i> Електролітаки та їх екологічність: проблеми і перспективи	13
<i>Корець О.М.</i> Основні заходи для підвищення енергозбереження та ефективності використання енергетичних ресурсів на сучасному етапі	17
<i>Маринець Сергей.</i> Солнечные коллекторы для нагрева воды	20
<i>Митрофанов О.В.</i> Керування процесом термічного оброблення залізородних обкотишів у технологічній зоні охолодження у випалювальної машині конвеєрного типу	24
<i>Мітрошин М.Г.</i> Екологічні аспекти впровадження енергоефективних заходів біогаз	28
<i>Немченко Ю.В.</i> Електрохімічні системи накопичення електричної енергії	31
<i>Нефьодова К.В., Власенко Н.Є., Зулфігаров А.О.</i> Обґрунтування складу сорбентів на основі глини для очищення стічних вод від важких металів	40
<i>Пономарьов О.М.</i> Спосіб вимірювання щільності теплового потоку для оцінки теплових втрат будинків та споруд	43
<i>Шевченко Ю.В.</i> Важливість політики енергозбереження та її вплив на мікроклімат дошкільних навчальних закладів	46
<i>Шишко Ю.В., Хричев В.В.</i> Дослідження енергетичної ефективності заходів з енергозбереження при комплексній термомодернізації житлових будівель	48
<i>Юрко В.В., Ганжа А.М.</i> Підвищення енергоефективності технології вельц-процесу шляхом застосування петлевого повітрянагрівача	52

Наукове видання

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

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»

Київ, 25 листопада 2020 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 1.12.2020. 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