



**«Досвід і проблеми впровадження в Україні
технологій підвищення енергоефективності та
енергозбереження на основі використання
енергетичних установок і комплексів на
нетрадиційних і відновлюваних джерелах енергії»**

ЗБІРНИК ДОПОВІДЕЙ

Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції

науково-педагогічних працівників

факультету інженерії та енергетики ЖНАЕУ

(25–26 травня 2017 року)

Житомир

2017

Рекомендовано до друку Вченою радою факультету інженерії та енергетики (протокол № 8 від 26.06.2017 р.)

Рекомендовано Вченою радою Житомирського національного агроекологічного університету (протокол № 15 від 29.06.2017 р.)

Укладачі: **Лушкін Володимир Андрійович**, професор кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, д.е.н., професор;
Соколовський Олег Феліксович – в. о. завідувача кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, к.т.н., доцент;
Кудря С. О. – директор інституту відновлювальної енергетики НАН України, д.т.н., професор;
Островерхов М. Я. – завідувач кафедри теоретичної електротехніки Національного технічного університету «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського», д.т.н., професор;
Кухарець С. М. – директор НІІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності ЖНАЕУ, д.т.н., доцент;
Грабар І. Г. – завідувач кафедри процесів, машин та обладнання в агроінженерії, д.т.н., професор;
Федій В. С. – завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного коледжу, д.т.н.;
Рибачук О. І. – начальник кафедри електротехніки та електроніки Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова, к.т.н., доцент;
Ярош Я. Д. – декан факультету інженерії та енергетики, к.т.н, доцент;
Цивенкова Н. М. – заступник декана з наукової роботи, к.т.н., доцент
Нездвецька І. В. – заступник декана з навчальної роботи, к.т.н., доцент;
Хливнюк М. Г. – професор кафедри електротехніки та електроніки Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова, к.т.н., с.н.с.;
Іщенко В. І. – доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних систем і кібербезпеки Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова, к.т.н., доцент;
Лавріщев О. О. – завідувач відділення «Електрифікація та інформаційні системи» Житомирського агротехнічного коледжу;
Мельничук В. В. – голова циклової комісії "Монтаж обслуговування та ремонт електротехнічних установок в АПК" Житомирського агротехнічного коледжу;
Войцицький А. П. – доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології;
Коновалов О. В. – старший викладач кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології;
Плужніков О. Б. – інженер кафедри механіки та інженерії агроєкосистем, секретар.

Д 27 «Досвід і проблеми впровадження в Україні технологій підвищення енергоефективності та енергозбереження на основі використання енергетичних установок і комплексів на нетрадиційних і відновлюваних джерелах енергії»: збірник доповідей першої науково-практичної конференції ЖНАЕУ (Україна, м. Житомир, 25–26 травня 2017 р.) – Житомир : Вид-во ЖНАЕУ, 2017 – 49 с.

Відповідальність за зміст і достовірність інформації покладено на авторів.

© Житомирський національний агроекологічний університет

Роздруковано з оригінала-макета замовника

ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ – **Лушкін Володимир Андрійович**, професор кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, д.е.н., професор.

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ:

Соколовський Олег Феліксівич – в.о. завідувача кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології, к.т.н., доцент;

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ:

Кудря Степан Олександрович – директор інституту відновлювальної енергетики НАН України, д.т.н., професор;

Островерхов Микола Якович – завідувач кафедри теоретичної електротехніки Національного технічного університету «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського», д.т.н., професор;

Кухарець Савелій Миколайович – директор НІ інженерії агропромислового виробництва та енергоефективності ЖНАЕУ, д.т.н., доцент;

Грабар Іван Григорович – завідувач кафедри процесів, машин та обладнання в агроінженерії, д.т.н., професор;

Федій Всеволод Савелійович – завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки Житомирського агротехнічного коледжу, д.т.н.;

Рибачук Олег Ігорович – начальник кафедри електротехніки та електроніки Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова, к.т.н., доцент;

Ярош Ярослав Дмитрович – декан факультету інженерії та енергетики, к.т.н., доцент;

Цивенкова Наталія Михайлівна – заступник декана з наукової роботи, к.т.н., доцент

Нездвецька Інна Володимирівна – заступник декана з навчальної роботи, к.т.н., доцент;

Хливнюк Микола Григорович – професор кафедри електротехніки та електроніки Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова, к.т.н., с.н.с.;

Іщенко Володимир Іванович – доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних систем і кібербезпеки Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова, к.т.н., доцент;

Лавріщев Олександр Олександрович – завідувач відділення «Електрифікація та інформаційні системи» Житомирського агротехнічного коледжу;

Мельничук Веніамін Володимирович – голова циклової комісії "Монтаж обслуговування та ремонт електротехнічних установок в АПК" Житомирського агротехнічного коледжу;

Войцицький Анатолій Павлович – доцент кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології;

Коновалов Олександр Васильович – старший викладач кафедри електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології;

Плужніков Олег Борисович – інженер кафедри механіки та інженерії агроєкосистем, секретар.

ОБ'ЄКТИ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**С. М. Кухарець**

Д.Т.Н.

Г. А. Голуб

Д.Т.Н.

Я. Д. Ярош

К.Т.Н.

О. Б. Плужніков

асистент

В Україні також необхідний і доцільний розвиток виробництва і використання біопалива, що сприятиме підвищенню рівня енергетичної автономності та ефективності сільськогосподарського виробництва. Залучення в енергетичний баланс біологічних видів палива як поновлюваних ресурсів акумульованої сонячної енергії є одним із актуальних завдань сьогодення. Однак поширення використання біологічних енергоресурсів – доволі складний процес, що потребує додаткових витрат для надання їм споживчих якостей.

Ключові слова: біопаливо, біодизель, біоетанол, біогаз, агроєкосистема.

В Украине также необходимо и целесообразно развитие и использование биотоплива, что будет способствовать повышению уровня энергетической автономности и эффективности сельскохозяйственного производства. Привлечение в энергетический баланс биологических видов топлива как возобновляемых ресурсов аккумулированной солнечной энергии является одной из актуальных задач современности. Однако распространение использования биологических энергоресурсов – достаточно сложный процесс, требующий дополнительных затрат для предоставления им потребительских качеств.

Ключевые слова: биотопливо, биодизель, биоэтанол, биогаз, агроэкосистема.

Зважаючи на те, що в країнах членах ЄС спостерігається особливо стрімкий розвиток біоенергетичних систем, директивами Європейського Союзу заплановано в енергетичному балансі частку біомаси до 2020 року на рівні 20%.

В Україні також необхідний і доцільний розвиток виробництва і використання біопалива, що сприятиме підвищенню рівня енергетичної автономності та ефективності сільськогосподарського виробництва.

Розвиток виробництва і використання біопалива повинен здійснюватися в традиційних напрямках, а саме:

- виробництво і використання дизельного біопалива та біонафти;
- виробництво біоетанолу;
- виробництво і використання біогазу та піролізного газу (пірогазу);
- використання соломи та подрібненої деревини на теплові потреби, виробництво брикетів із незернових відходів та тирси.

Очевидно, що на сучасному етапі перед людством постало декілька невідкладних проблем. Головні серед них – продовольча, енергетична та екологічна, розв'язання яких вимагає максимально ефективного збалансування харчових, сировинних та енергетичних потреб з можливостями агроєкосистем при одночасному акумулюванні сонячної енергії у вигляді гумусу та утриманні й розширенні біологічного різноманіття біоценозів. Комплексне вирішення цих проблем спрямоване на подолання протиріччя, коли збільшення виробництва продуктів харчування або виробництва та споживання енергії призводить до порушення екологічної рівноваги та погіршення стану навколишнього природного середовища [1, 2].

Перспективною для України є концепція розвитку сільськогосподарського виробництва, яка виходить з того, що сільське господарство це екологічно безпечне, диверсифіковане (багатопрофільне) виробництво натуральних продуктів харчування із широким застосуванням органічних та помірним застосуванням мінеральних добрив, біологічних засобів захисту та сортів культур районуваних в Україні. Така концепція забезпечує: розвиток тваринництва, яке виконує роль переробної галузі для продуктів рослинництва, та є джерелом фінансових надходжень і робочих місць. При прийнятті такої

концепції техніко-технологічне забезпечення аграрного виробництва повинно бути здійснено на базі вітчизняної техніки, яка має бути придбана за власні кошти фінансово стабільних сільськогосподарських підприємств при посильній участі держави.

Також буде забезпечено стабільний розвиток сільських територій, збільшення біологічного різноманіття в агроєкосистемах, при виробництві органічних продуктів харчування високої якості. У перспективі це призведе до фінансової стабілізації багатопрофільних сільськогосподарських підприємств, а відповідно і платежів у бюджет.

Відповідно до концепції екологічно безпечного, багатопрофільного сільськогосподарського виробництва, агроєкосистема повинна мати такі структурні елементи, або напрямки виробництва: рослинництво, тваринництво та птахівництво, переробка та зберігання сільськогосподарської продукції, виробництво біопалива [1, 2, 3, 4, 5].

Як приклад вищезгаданої концепції розвитку на рис. 1. наведено структурну схему диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції з біоенергоконверсією органічної сировини та виробництвом біопалив, а також з наступним отриманням теплової та електричної енергії із твердого та газоподібного біопалива для 6-пільної сівозміни загальною площею 300 га.

Представлена схема передбачає:

- вирощування польових культур сівозміни з виробництвом зерна та цукрових буряків;
- збирання соломи зернових культур та стебел ріпаку;
- залишення подрібнених стебел кукурудзи на полі у вигляді мульчі;
- виробництво кормів для тваринництва та аквакультури;
- виробництво продуктів тваринництва та аквакультури;
- метанове (анаеробне) зброджування гною або посліду з виробництвом тепла та електроенергії з біогазу;
- підготовку і використання соломи зернових культур та стебел ріпаку на теплові потреби у вигляді брикетів, рулонів або січки;
- використання соломи зернових культур, стебел ріпаку та збродженого гною або посліду для виробництва компосту;
- виробництво субстрату для вирощування печериць або гливи та виробництво грибів;
- виробництво дизельного біопалива з ріпакового насіння;
- використання гліцеринового осаду на теплові потреби або його анаеробне зброджування.

Спалювання соломи забезпечує одержання енергії, яка може бути використана для обігріву птахівничих, тваринницьких та адміністративних приміщень, а також сушіння зерна. Зброджування гною та пташиного посліду потребує облаштування метантенків та забезпечує виробництво біогазу. Використання когенераційної установки, що працює на біогазі, дає змогу отримати 26 % електроенергії та 66 % від теплоенергії загальної енергетичної цінності біогазу. Одержана електроенергія може бути використана для роботи біогазової установки та інших потреб. Теплова енергія у вигляді нагрітої води може бути використана для опалення та гарячого водопостачання.

Споживання рідкого палива сільськогосподарським виробництвом становить від 50 до 110 л/га, в тому числі бензину від 10 до 30 л/га. Відведення одного з полів сівозміни під вирощування ріпаку дасть змогу в розрахунку на один гектар, виробити від 100 до 110 л біодизельного палива, а оскільки ріпак є прекрасним медоносом – ще й близько 5 тонн меду. Залежно від ситуації на ринку ріпакового насіння та дизельного палива господарство може прийняти рішення як про реалізацію насіння ріпаку і закупку дизельного пального, так і виробництво біодизельного палива або ж прийняти інше компромісне рішення. Під час виробництва біодизельного палива утворюється гліцериновий осад, який доцільно використовувати як рідке паливо в теплових процесах, що забезпечить виробництво додаткової енергії.

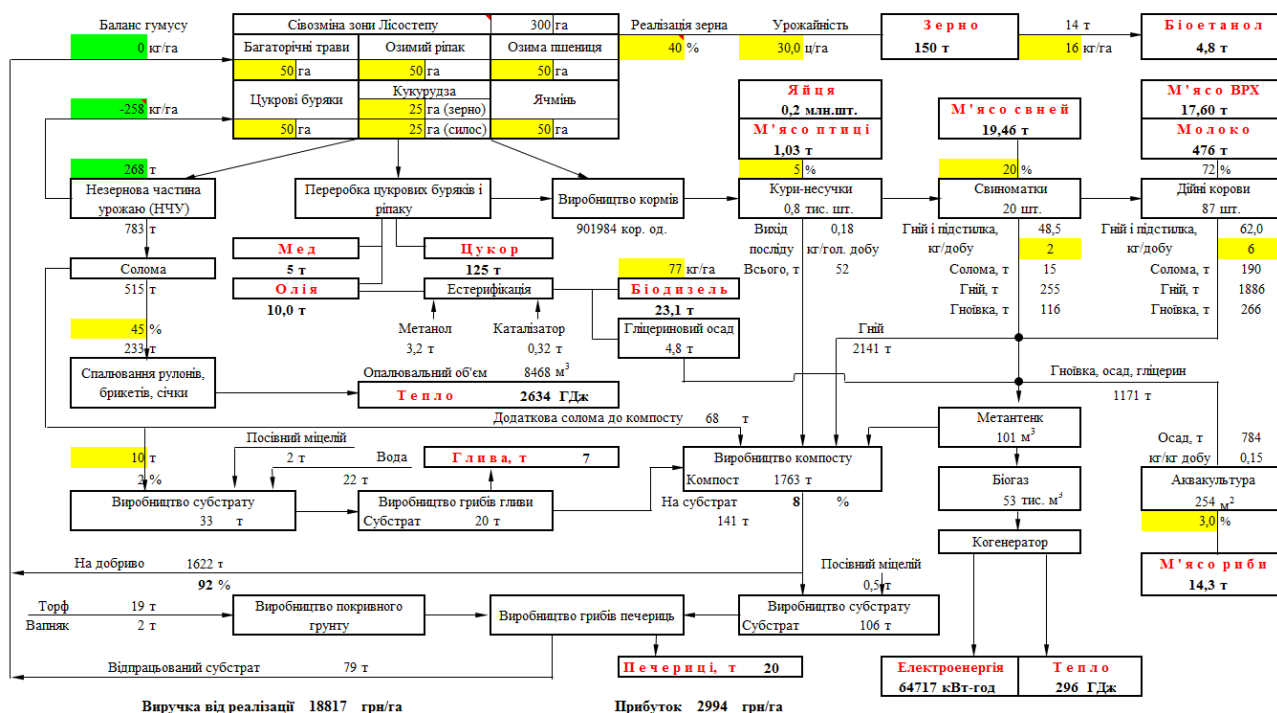


Рис. 1. Структурна схема диверсифікованого виробництва сільськогосподарської продукції та біопалива в агроєкосистемах

Таблиця 1

Механіко-технологічні особливості виробництва біопалива та отримання енергії в агроєкосистемах

Переваги	Проблеми
Виробництво біогазу	
<ul style="list-style-type: none"> – виробництво поновлюваної енергії; – виробництво екологічно чистих органічних добрив; – покращення санітарно-епідеміологічного стану довкілля; – широка різноманітність сировини, яка може застосовуватися для роботи біогазових установок. 	<ul style="list-style-type: none"> – розшарування маси субстрату, що значно знижує ефективність виділення метану; – високі енерговитрати на перемішування субстрату.
Отримання теплової енергії	
<ul style="list-style-type: none"> – виробництво поновлюваної енергії; – наявність великого ресурсного потенціалу сировини доступної для конверсії у теплову енергію. 	<ul style="list-style-type: none"> – відсутність структура технологічного процесу конверсії (спалювання чи переробки) незернової частини врожаю – соломи; – відсутні технічні засоби для дрібнотоварного спалювання соломи; – не вирішені проблеми рівномірності згоряння соломи в топці котла.
Виробництво дизельного біопалива	
<ul style="list-style-type: none"> – виробництво екологічно чистого палива для дизельних двигунів; – наявність великого ресурсного потенціалу для виробництва дизельного біопалива. 	<ul style="list-style-type: none"> – складність технологій отримання дизельного біопалива; – існуюче обладнання не забезпечує необхідну ефективність протікання реакції метанолізу; – високі енергозатрати на перемішування емульсії.

Широка мережа спиртових заводів дає можливість забезпечувати виробництво біоетанолу в достатніх обсягах для роботи автомобільного транспорту у сільському господарстві. Потреба в зерні для виробництва біоетанолу не перевищує 10 % загального обсягу реалізованого або 4 % обсягу виробленого в агроєкосистемі зерна.

Залучення в енергетичний баланс біологічних видів палива як поновлюваних ресурсів акумульованої сонячної енергії є одним із актуальних завдань сьогодення. Однак поширення використання біологічних енергоресурсів – доволі складний процес, що потребує додаткових витрат для надання їм споживчих якостей. Споживачі палива технологічно та технічно налаштовані впродовж останнього сторіччя на використання концентрованих поновлюваних джерел енергії. Для переходу до використання поновлюваних біологічних енергоресурсів необхідні значні капітальні витрати, однак щорічний дефіцит палива для виконання основних польових робіт та необхідність збереження природного середовища потребують зосередження зусиль на розробці методів та технічних засобів для забезпечення енергоавтономності сільськогосподарського виробництва.

Проте, використання енергетичного потенціалу біомаси обмежено відсутністю агропромислових технологій отримання енергії та відповідної техніки і обладнання, які адаптовані до умов функціонування конкретних агроєкосистем (табл. 1). Причому, необхідно враховувати, що зменшення витрат енергії, збільшення продуктивності відповідних машин та обладнання, їх показників надійності й відповідності агротехнічним вимогам є основними напрямками удосконалення засобів механізації і обладнання в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва [6, 7, 8, 9].

Висновки

Процеси, машини та обладнання для отримання енергії із сільськогосподарської сировини повинні базуватись на безвідходних циклах виробництва, що засновані на комплексному використанні природно-сировинних ресурсів.

Крім того, важливо формалізувати та оцінити, який вплив на ефективність агроєкосистеми здійснюють обсяги сировини, що використовується в якості енергетичних ресурсів.

Список використаних джерел

1. Integrated use of bioenergy conversion technologies in agroecosystems/ Golub G.A., Kukharets S.M., Yarosh Y.D., Kukharets V.V // INMATEH – Agricultural Engineering.– 2017. – Vol. 51, No.1. – P. 93–100.
2. Кухарець С.М. Підвищення енергетичної автономності агроєкосистем. Механіко-технологічні основи: монографія / С.М. Кухарець – Житомир: ЖНАЕУ, 2016. – 192 с
3. Кухарець С.М. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива / С.М. Кухарець, Г.А. Голуб // Вісн. Житомир. нац. агроєколог. ун-ту. – 2012. – № 1, т. 1. – С. 345–352.
4. Кухарець С.М. Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / С.М. Кухарець, Г.А. Голуб, С.В. Драгнев // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 69–76.
5. Голуб Г. Особливості виробництва біопалива та отримання енергії в умовах агропромислового виробництва / Г. Голуб, С. Кухарець, В. Шубенко [та ін.] // Техніка і технології АПК (Науково-виробничий журнал). – 2015. – № 2 (65). – С. 31-34.
6. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підручник / С.О. Кудря // – К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 492 с.
7. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України. [В.О. Дубровін, Л.Д. Романчук, С.М. Кухарець та ін.; відп. ред. Скидан О.В.]. – К.: Центр учбової л-ри, 2014. – 335 с.
8. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 2 (50), т. 1. – С. 369–385.
9. Rationale for the parameters of equipment for production and use of biodiesel in agricultural production / G. Golub, S. Kukharets, V. Chuba [et all] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – № 2/1 (86). – P. 28-33 (DOI: 10.15587/1729-4061.2017.95937).

ПОРЯДОК ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ АДЖ

Ю. В. Ключник
асистент

Проведено аналіз регулювання відносини між побутовим споживачем електричної енергії та електропостачальником, що здійснює постачання електричної енергії за регульованим тарифом на території провадження ліцензійної діяльності (далі - електропостачальник), які пов'язані з продажем та обліком електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств, та розрахунками за неї.

І Основні терміни:

- альтернативні джерела енергії - енергія сонячного випромінювання та вітру;
- введення в експлуатацію генеруючої установки - дія, що фіксує готовність генеруючої установки до використання за призначенням, яка документально оформлена відповідно до цього Порядку;
- встановлена потужність генеруючої установки - номінальна потужність інверторного устаткування генеруючої установки, яке забезпечує паралельну роботу генеруючої установки з енергосистемою;
- встановлення генеруючої установки - монтаж в межах приватного домогосподарства елементів обладнання об'єкта електроенергетики, який виробляє електричну енергію з альтернативних джерел енергії;
- вузол обліку - сукупність змонтованих та встановлених на одному щиті або в одній шафі засобів обліку, устаткування живлення кіл обліку (за необхідності), обмеження потужності та загальної комутації;
- генеруюча установка приватного домогосподарства (далі - генеруюча установка) - об'єкт електроенергетики, який призначений для виробництва електричної енергії з альтернативних джерел енергії, перебуває у власності чи користуванні побутового споживача та встановлений у межах приватного домогосподарства;
- договір купівлі-продажу електричної енергії, виробленої генеруючими установками приватного домогосподарства (далі - договір купівлі-продажу) - правочин, який спрямований на врегулювання цивільних прав та обов'язків між побутовим споживачем та електропостачальником, що здійснює постачання електричної енергії за регульованим тарифом на території провадження ліцензійної діяльності, під час купівлі-продажу за "зеленим" тарифом електричної енергії, виробленої генеруючими установками приватного домогосподарства;
- дозволена до споживання потужність - зазначена у відповідному договорі про користування електричною енергією потужність для забезпечення роботи струмоприймачів на об'єкті побутового споживача;
- засоби обліку - засоби вимірювальної техніки, у тому числі лічильники, трансформатори струму та напруги, кола обліку, які використовуються для визначення обсягу електричної енергії та величини споживання електричної потужності;
- об'єкт побутового споживача - житловий будинок (частина будинку), квартира, будівля, що знаходиться за однією адресою та належить одній фізичній особі або декільком фізичним особам на правах власності або користування;
- побутовий споживач електричної енергії (далі - побутовий споживач) - фізична особа, яка використовує в приватному домогосподарстві електричну енергію для забезпечення власних побутових потреб, що не включають професійну та комерційну діяльність;
- приватне домогосподарство - об'єкт побутового споживача, на якому електрична енергія використовується відповідно до укладеного договору про користування електричною енергією;
- реконструкція (технічне переоснащення) генеруючої установки - перебудова або повторне введення в експлуатацію об'єктів електроенергетики (генеруючої електроустановки), що передбачає зміну величини встановленої потужності генеруючої установки приватного домогосподарства;

- споруда - це будівельна конструкція, яка пов'язана з землею, створена з будівельних матеріалів, устаткування та обладнання;

Побутовий споживач має право:

- встановлювати у своєму приватному домогосподарстві генеруючу установку (генеруючі установки), загальна величина встановленої потужності якої (яких) не перевищує 30 кВт, але не більше потужності, дозволеної до споживання за договором про користування електричною енергією;
- продавати електропостачальнику електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії за "зеленим" тарифом в обсязі, що перевищує місячне споживання електричної енергії його приватним домогосподарством. Електропостачальник, на території здійснення ліцензованої діяльності якого розташоване приватне домогосподарство побутового споживача, не має права відмовити такому споживачу в купівлі за "зеленим" тарифом електричної енергії, виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками), за умови, якщо встановлення побутовим споживачем генеруючої установки або її технічне переоснащення здійснено з дотриманням рекомендацій заводів-виробників елементів обладнання цієї установки, правил улаштування електроустановок та введено в експлуатацію відповідно до розділу II цього Порядку. Електропостачальники щокварталу розміщують на офіційному сайті компанії інформацію про величину "зеленого" тарифу для приватних домогосподарств.

II. Порядок введення в експлуатацію генеруючої установки

Встановлення елементів електричного обладнання генеруючої установки (генеруючих установок) приватного домогосподарства здійснюється побутовим споживачем відповідно до рекомендацій заводів-виробників цього обладнання, визначених у технічній документації (паспортах електричного обладнання), та з дотриманням правил улаштування електроустановок.

Інверторне устаткування, яке забезпечує паралельну роботу генеруючої установки (генеруючих установок) приватного домогосподарства з енергосистемою, не повинно погіршувати параметри якості електричної енергії електропостачальника.

Після встановлення або технічного переоснащення генеруючої установки побутовий споживач письмово повідомляє електропостачальника про це заявою-повідомленням за формою, наведеною в додатку 1 до цього Порядку.

Генеруюча установка у приватному домогосподарстві вважається введеною в експлуатацію з дати подання (відправлення) заяви-повідомлення.

Разом із заявою-повідомленням побутовий споживач надає електропостачальнику в двох примірниках один із варіантів, наведених у додатку 2 до цього Порядку, однолінійної схеми підключення генеруючої установки (генеруючих установок) приватного домогосподарства (далі - схема підключення генеруючої установки (генеруючих установок)).

У наданій електропостачальнику схемі підключення генеруючої установки (генеруючих установок) побутовий споживач обов'язково зазначає фактично встановлені елементи устаткування, їх номінальну потужність та місце встановлення.

Електропостачальник, отримавши заяву-повідомлення, протягом 3 робочих днів перевіряє відповідність потужності встановленої у приватному домогосподарстві генеруючої установки (генеруючих установок) потужності, яка дозволена до споживання.

Якщо загальна встановлена потужність генеруючої установки (генеруючих установок) перевищує 30 кВт, визначених законодавством, електропостачальник письмово протягом 3 робочих днів від дня отримання заяви-повідомлення повідомляє побутового споживача про відмову в купівлі за "зеленим" тарифом електричної енергії та повертає йому заяву-повідомлення.

Якщо встановлена потужність генеруючої установки (генеруючих установок) перевищує дозволена до споживання потужність за договором про користування електричною енергією, електропостачальник протягом 3 робочих днів письмово повідомляє побутового споживача про відмову в купівлі за "зеленим" тарифом електричної енергії та надає

рекомендації про необхідність збільшення дозволеної до споживання потужності за договором про користування електричною енергією.

Після усунення зауважень побутовий споживач повторно звертається до електропостачальника із заявою-повідомленням відповідно до пунктів 2 та 3 цього розділу.

За результатами розгляду заяви-повідомлення та у разі відсутності зауважень електропостачальник протягом 3 робочих днів надає побутовому споживачу рахунок для оплати послуг з улаштування вузла обліку.

Після оплати побутовим споживачем послуг з улаштування вузла обліку електропостачальник протягом 3 днів у містах та 5 днів у сільській місцевості улаштовує чи виконує реконструкцію вузла обліку.

Після улаштування вузла обліку (засобу обліку) у приватному домогосподарстві електропостачальник складає акт про збереження пломб та встановлення індикаторів у двох примірниках, один з яких залишається у побутового споживача.

Під час улаштування вузла обліку (засобу обліку) представники електропостачальника надають у двох примірниках для ознайомлення та підписання побутовому споживачу підготовлений та підписаний відповідальною особою електропостачальника договір купівлі-продажу.

Після підписання побутовий споживач повертає електропостачальнику один примірник договору купівлі-продажу з додатками до нього.

У разі повідомлення побутовим споживачем про технічне переоснащення генеруючої установки, встановленої у приватному домогосподарстві, електропостачальник готує у двох примірниках для ознайомлення та підписання додаткову угоду про внесення змін до договору купівлі-продажу, в якій обов'язково зазначає величину встановленої потужності генеруючої установки (генеруючих установок) та дату введення цих установок в експлуатацію.

Під час проведення робіт з улаштування вузла обліку (засобу обліку) представник електропостачальника безкоштовно здійснює обстеження генеруючої установки та оформлює акт про відповідність встановленої генеруючої установки наданій побутовим споживачем схемі, у тому числі зазначає в акті інформацію про відповідність потужності інверторного устаткування потужності, зазначеній у договорі про користування електричною енергією, місця встановлення окремих елементів генеруючої установки та фіксує наявність генерації у мережу.

Якщо під час облаштування вузла обліку (засобу обліку) представником електропостачальника буде виявлено відсутність змонтованої у приватному домогосподарстві генеруючої установки або неготовності цієї установки до експлуатації за призначенням (відсутність генерації у мережу, невідповідність встановленої потужності генеруючої установки, зазначеної у заяві-повідомленні та дозволеної до споживання потужності) складається відповідний акт та послуга з улаштування вузла обліку (засобу обліку) не надається. У цьому випадку побутовий споживач сплачує електропостачальнику кошти за проведення позачергової технічної перевірки. Різниця сплачених коштів за улаштування в приватному домогосподарстві вузла обліку та проведення позачергової технічної перевірки повертається електропостачальником побутовому споживачу.

Після приведення побутовим споживачем генеруючої установки (генеруючих установок) у стан готовності до використання за призначенням уведення в експлуатацію та улаштування вузла обліку здійснюється електропостачальником відповідно до пунктів 2-8 цього розділу.

III. Продаж виробленої електричної енергії

Побутовий споживач продає, а електропостачальник купує електричну енергію, вироблену з альтернативних джерел енергії генеруючою установкою приватного домогосподарства, згідно з умовами договору купівлі-продажу, укладеного відповідно до розділу II цього Порядку.

Електропостачальник купує у побутового споживача електричну енергію в обсязі, що перевищує місячне споживання електричної енергії таким приватним домогосподарством, за "зеленим" тарифом, встановленим НКРЕКП.

Якщо електрична енергія, що вироблена з альтернативних джерел енергії, не відпускається безпосередньо в мережу електропостачальника, до обсягу електричної енергії, отриманої власником мереж, до яких приєднана електроустановка приватного домогосподарства, додається обсяг відпущеної у його мережі електричної енергії, виробленої такою або такими установками приватного домогосподарства.

Спори, які виникають між побутовим споживачем та електропостачальником під час купівлі-продажу електричної енергії, виробленої з альтернативних джерел енергії генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства, вирішуються в установленому законодавством порядку.

IV. Облік виробленої електричної енергії

Продаж електричної енергії, виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства, без засобів обліку не допускається.

Електропостачальник забезпечує на межі балансової належності приватного домогосподарства улаштування засобу обліку, яким здійснюється вимірювання обсягів електричної енергії, яка відпущена в електричну мережу та яка отримана приватним домогосподарством з електричної мережі, або сальдо перетоків отриманої та відпущеної електричної енергії за календарний місяць, у тому числі за періодами часу протягом доби.

У разі якщо на об'єкті побутового споживача встановлені та введені в експлуатацію генеруючі установки, до яких мають застосовуватися різні коефіцієнти "зеленого" тарифу, на такому об'єкті має бути забезпечений окремий комерційний облік виробленої електричної енергії за кожною установкою, для якої застосовується окремий коефіцієнт "зеленого" тарифу, та окремий комерційний облік електричної енергії, що споживається приватним домогосподарством.

Для визначення обсягу електричної енергії, відпущеної з мереж приватного домогосподарства побутового споживача, що перевищує місячне споживання електроенергії таким приватним домогосподарством, електропостачальник використовує двонаправлений засіб обліку активної електричної енергії, що обліковує окремо обсяги відпущеної в електричну мережу та отриманої з електричної мережі електричної енергії, а також (опціонально) сальдо між ними.

Якщо на об'єкті побутового споживача встановлені та введені в експлуатацію генеруючі установки, до яких мають застосовуватися різні коефіцієнти "зеленого" тарифу, допускається використання двох однонаправлених засобів обліку зі стопами зворотного ходу, що обліковують окремо обсяги відпущеної в електричну мережу та отриманої з електричної мережі електричної енергії приватним домогосподарством за календарний місяць.

Улаштування вузла обліку, зокрема придбання, встановлення та підключення засобу обліку, обладнаного інтерфейсом передачі даних про обсяги та напрями перетоків електричної енергії (у тому числі із вбудованим або зовнішнім модемом GSM зв'язку, який є складовою локального устаткування збору та обробки даних), здійснюється електропостачальником за рахунок побутового споживача як замовника послуги з улаштування вузла обліку.

Організація каналів передачі даних, зберігання та обробка інформації здійснюються за рахунок електропостачальника.

Знімання показів засобів обліку проводиться електропостачальником щомісяця. Побутовий споживач має право контролювати правильність знімання показів засобів обліку та оформлення платіжних документів електропостачальником.

Електропостачальник щомісяця не пізніше 10 числа місяця, наступного за розрахунковим, надає побутовому споживачу звіт про покази засобів обліку, обсяги та напрями перетоків електричної енергії за підписом уповноваженої особи електропостачальника за формою, визначеною у договорі купівлі-продажу.

Електропостачальник не менше ніж один раз на 6 місяців має проводити в приватному домогосподарстві контрольне знімання показів засобів обліку.

Під час контрольного знімання показів сторонами оформлюється акт приймання-передачі товару (електричної енергії) за формою, наведеною у додатку 3 до цього Порядку, у двох примірниках, один з яких залишається у побутового споживача, та проводиться звірка отриманої та оплаченої електричної енергії.

За вимогою побутового споживача до акта додається роздруківка показів засобу обліку про обсяги та напрямки перетоків електричної енергії за відповідний календарний місяць.

За результатами звірки обсягів отриманої та оплаченої електричної енергії у разі необхідності проводиться коригування розрахунків.

Дані автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії (далі - АСКОЕ) електропостачальника про обсяг електричної енергії, прийнятої з мереж приватного домогосподарства, що здійснює виробництво електричної енергії генеруючою установкою (генеруючими установками), що перевищує місячне споживання електроенергії таким приватним домогосподарством, є підставою для проведення розрахунків з побутовим споживачем і врахування електропостачальником даних про обсяг купленої електричної енергії та її вартість під час розрахунку середньої закупівельної ціни на електричну енергію.

У разі якщо засіб обліку тимчасово не працює у складі АСКОЕ електропостачальника, контрольне знімання показів засобу обліку проводиться електропостачальником щомісяця. У такому разі покази засобу обліку фіксуються електропостачальником в акті приймання-передачі товару (електричної енергії) за формою, наведеною у додатку 3 до цього Порядку. Акт приймання-передачі товару (електричної енергії) складається у двох примірниках та підписується побутовим споживачем і електропостачальником.

Зафіксовані в акті приймання-передачі товару (електричної енергії) покази є підставою для визначення електропостачальником обсягу електричної енергії, купленої у приватного домогосподарства, що здійснює виробництво електричної енергії генеруючою установкою (генеруючими установками), який перевищує місячне споживання електроенергії таким приватним домогосподарством у період, коли засіб обліку не працював у складі АСКОЕ електропостачальника, та проведення відповідно до цих даних розрахунків між електропостачальником та побутовим споживачем у приватному домогосподарстві, а також врахування електропостачальником даних про обсяг купленої електричної енергії та її вартість під час розрахунку середньої закупівельної ціни на електричну енергію.

Відновлення порушеного вузла обліку (засобу обліку) здійснюється енергопостачальником протягом 5 робочих днів з дня звернення побутового споживача щодо приведення вузла обліку (засобу обліку) у стан, придатний для реалізації процедури вимірювань зустрічних перетікань спожитої та виробленої електричної енергії відповідно до узгодженої однолінійної схеми підключення генеруючої установки (генеруючих установок).

V. Розрахунки за вироблену електричну енергію

Умови та порядок оплати електричної енергії, виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства, передбачені цим Порядком, зазначаються в договорі купівлі-продажу.

Відповідальність за порушення умов та порядку оплати встановлюється договором купівлі-продажу відповідно до законодавства.

Для проведення розрахунків за електричну енергію, вироблену генеруючою установкою (генеруючими установками), встановленими у його приватному домогосподарстві, побутовий споживач відкриває у банку поточний рахунок, реквізити якого зазначаються у заяві-повідомленні.

Плату за придбану у побутового споживача електричну енергію, вироблену генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства, електропостачальник має перераховувати на поточний рахунок побутового споживача відповідно до договору купівлі-продажу.

Розрахунковим періодом для встановлення електропостачальнику розміру оплати електричної енергії, виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства, є календарний місяць.

Розрахунок за придбану електричну енергію електропостачальник здійснює на підставі отриманих ним даних про обсяг відпущеної у мережу електричної енергії, що перевищує місячне споживання електроенергії приватним домогосподарством протягом розрахункового періоду, але не пізніше 15 днів після закінчення розрахункового періоду.

Якщо місячний обсяг споживання електричної енергії приватного домогосподарства перевищує обсяг виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками) такого приватного домогосподарства електричної енергії, у такому випадку побутовий споживач має сплатити різницю між спожитою приватним домогосподарством протягом місяця (розрахункового періоду) електричною енергією та відпущеною таким приватним домогосподарством в мережу електричною енергією за тарифом, визначеним у договорі про користування електричною енергією, на підставі виставленого електропостачальником платіжного документа.

Розмір плати за придбану у побутового споживача електричну енергію, вироблену генеруючою установкою приватного домогосподарства в обсязі, що перевищує місячне споживання електроенергії такими приватними домогосподарствами $P_{\text{плати}}$, визначається за формулою:

$$P_{\text{плати}} = (W_{\text{виробл}} - W_{\text{спожит}}) \times T, \text{ грн.} \quad (1)$$

- де $W_{\text{виробл}}$ - обсяг виробленої електричної енергії відповідною генеруючою установкою приватного домогосподарства;
- $W_{\text{спожит}}$ - обсяг місячного споживання електроенергії такими приватними домогосподарствами;
- T - встановлений "зелений" тариф для приватних домогосподарств, які виробляють електричну енергію відповідною генеруючою установкою, величина встановленої потужності якої не перевищує 30 кВт та введена в експлуатацію.

Розмір плати за куповану у побутового споживача електричну енергію, вироблену генеруючими установками приватного домогосподарства, до яких мають застосовуватися різні коефіцієнти "зеленого" тарифу, в обсязі, що перевищує місячне споживання електроенергії такими приватними домогосподарствами P визначається за формулою:

$$P = (\sum_i W_i - W_{\text{спожит}}) \times T^{\text{ср.зв.}}, \text{ грн.} \quad (2)$$

- де W_i - обсяг електричної енергії, виробленої кожною i -ю генеруючою установкою приватного домогосподарства, до яких застосовуються різні коефіцієнти "зеленого" тарифу;
- $W_{\text{спожит}}$ - обсяг місячного споживання електроенергії такими приватними домогосподарствами;
- $T^{\text{ср.зв.}}$ - середньозважений "зелений" тариф на певний розрахунковий період для певного приватного домогосподарства, яке виробляє електричну енергію генеруючими установками, до яких застосовуються різні коефіцієнти "зеленого" тарифу, та сумарна величина встановленої потужності яких не перевищує 30 кВт, визначається за формулою:

$$T^{\text{ср.зв.}} = \frac{\sum_i W_i \times T_i}{\sum_i W_i}, \text{ грн.} \quad (3)$$

- де W_i - електрична енергія, вироблена протягом розрахункового періоду i -ю генеруючою установкою приватного домогосподарства;
- T_i - встановлений "зелений" тариф для певної генеруючої установки приватного домогосподарства.

У разі встановлення в приватному домогосподарстві засобів обліку, які використовуються для визначення обсягу електричної енергії та реалізують процедуру

реєстрації показів засобів обліку за відповідними періодами часу, сума до оплати, яку має сплатити споживач, визначається за формулою:

$$B = \sum_{i=1}^n \left[\frac{W_i}{W_{\text{заг}}} \times \Delta W_{\text{спожит}} \right] \times T_i, \text{ грн}, \quad (4)$$

- де i - період часу;
 n - кількість періодів часу доби;
 W_i - місячний обсяг у певному періоді часу;
 $W_{\text{заг}}$ - загальний обсяг споживання електричної енергії за періодами часу;
 ΔW - обсяг спожитої у розрахунковому місяці електричної енергії, що перевищує обсяг електричної енергії, виробленої генеруючою установкою (генеруючими установками) приватного домогосподарства.

Список використаних джерел

1. Правила користування електричною енергією. Постанова НКРЕ №28 від 31.07.1996р.
2. Правила користування електричною енергією для населення. Постанова НКРЕ №1357 від 26.07.1999р.
3. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Наказ Мінпаливенерго України №258 від 25.07.2006р.

УДК 528.811

ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Ф. І. Борисов

к.ф.-м.н.

Р. С. Томашевський

магістрант

Проведено систематизацію основних видів електромагнітних полів за джерелами генерування і проаналізовано їх вплив на системи організму, самопочуття та працездатність людини.

Ключові слова: електромагнітне поле, електромагнітне випромінювання, організм, здоров'я, людина.

Проведено систематизацию основных видов электромагнитных полей по источникам генерирования и проанализировано их влияние на системы организма, самочувствие и трудоспособность человека.

Ключевые слова: электромагнитное поле, электромагнитное излучение, организм, здоровье, человек.

Постановка проблеми. За останні десятиліття, у зв'язку з інтенсивним розвитком господарської, інформаційної, оборонної та іншої діяльності людини, виник новий небезпечний чинник – електромагнітне забруднення навколишнього середовища. Джерелами цього чинника є радіотехнічні об'єкти та електроенергетичні установки. Головними з них є: радіо, телевізійні, радіолокаційні станції; високовольтні лінії електропередач; всі види електротранспорту; промисловість в якій використовується потужне обладнання; телевізори, монітори, стільникові телефони тощо.

Дія цього чинника з кожним роком стає більш відчутною для здоров'я людини. Для території України, де населення отримало додаткове навантаження за рахунок радіаційного забруднення в результаті аварії на Чорнобильській АЕС, даний чинник особливо актуальний.

Мета дослідження. Систематизувати види та параметри електромагнітних полів і визначити їх вплив на організм людини. Встановити ступінь шкідливого впливу ЕМВ на організм людини.

Виклад основного матеріалу. Електромагнітні поля – це особлива форма існування матерії, що характеризується сукупністю електричних і магнітних характеристик. Основними параметрами, що характеризують електромагнітне поле (ЕМП), є: напруженість електричного поля, індукція магнітного поля, частота, довжина хвилі, густина потужності. За джерелами генерування ЕМП класифікуються на природні й антропогенні.

Природні джерела електромагнітних полів поділяють на дві групи.

Перша група – електромагнітне поле Землі, що включає електричну й магнітну складові. Природне електричне поле Землі створюється надлишковим негативним зарядом на її поверхні. Його напруженість знаходиться в діапазоні від 100 до 500 В/м. Індукція магнітного поля біля поверхні Землі змінюється в діапазоні від 40 до 70 мкТл.

Друга група – радіохвилі, що генеруються космічними джерелами (Сонце, зірки тощо) та атмосферними процесами (розряди блискавок тощо). Друга група природних електромагнітних полів характеризується широким діапазоном частот. Його напруженість може змінюватись, наприклад, при грозових явищах (грозові явища можуть збільшувати напруженість електричного поля до сотень кВ/м.)

Антропогенні (штучні) джерела електромагнітних полів також можна поділити на 2 групи:

Перша група – джерела низькочастотних випромінювань (0-3 кГц). Ця група включає в себе всі технологічні системи виробництва, передачі і розподілу електроенергії (лінії електропередачі, трансформаторні підстанції, електростанції, кабельні системи); домашню та офісну електро- і електронну техніку; транспорт, що працює на електроприводі. Транспорт на електроприводі є потужним джерелом магнітного поля. Максимальні значення індукції магнітного поля в міському та приміському електротранспорті на рівні підлоги можуть досягати сотень мікротесл (на тих ділянках підлоги, які знаходяться прямо над двигуном). Однак, чим вище від підлоги, тим менша індукція магнітного поля та його дія на верхню частину тулуба пасажирів значно слабша. Електромагнітні хвилі, що виникають при русі транспорту, створюють перешкоди теле- і радіотрансляції, а також можуть шкідливо впливати на організм людини.

Друга група – джерела високочастотних випромінювань (від 3 кГц до 300 ГГц). До цієї групи відносяться функціональні передавачі – джерела електромагнітного поля, що використовуються з метою передачі чи отримання інформації. Це радіо- та телепередавачі; радіо- та стільникові телефони; супутниковий радіозв'язок, наземні релейні станції; радіолокатори. До цієї групи відноситься й технологічне обладнання, що використовує НВЧ-випромінювання – змінні (50 Гц - 1 МГц) й імпульсні електромагнітні поля, побутове обладнання (НВЧ-печі), засоби візуального відображення інформації на електронно-променевих трубках (монітори ПК, телевізори тощо). В медицині для наукових досліджень застосовують струми ультрависокої частоти, електромагнітні поля яких також викликають певну професійну шкідливість.

ЕМП є сильним фізичним подразником, який може викликати за певних умов функціональні й органічні порушення з боку нервової (порушення умовно-рефлекторної діяльності, порушення пам'яті і сну, пошкодження мембран нейронів, зниження психічної стійкості), серцево-судинної (зміна серцевого ритму, зниження та підвищення артеріального тиску), кровотворної (зміна показників крові, зміни пластичності клітинних мембран і біохімічних процесів, зміна імунологічної реактивності організму), ендокринної (збільшення обсягу і ваги наднирників, розлади статевих функцій, неповноцінність потомства, розвиток пухлинного процесу) й інших систем організму.

Електромагнітні випромінювання (ЕМВ) з частотою хвилі ≤ 30 МГц характеризуються тим, що величина поглинання енергії швидко знижується зі зменшенням частоти, приблизно пропорційно квадрату частоти. При частоті хвилі ≥ 10000 МГц відбувається швидке загасання енергії ЕМП при проникненні всередину тканини. У цьому діапазоні частот практично вся енергія ЕМП поглинається в самих поверхневих шарах біоструктури. Питома поглинена енергія в шкірі не залежить від форми і розмірів об'єкта, що опромінюється.

ЕМП частотою 30–10000 МГц характеризуються наявністю ряду максимумів поглинання. У цьому випадку проявляються резонансні явища, що приводять до різкої залежності як загальної величини поглинання, так і розподілу поглиненої енергії від конкретних значень довжини хвилі, розмірів і анатомічної будови органів і електричних властивостей тканини.

Найсильніші електричні поля промислової частоти в навколишньому середовищі звичайно зустрічаються безпосередньо під високовольтними ЛЕП. Навпроти, найсильніші магнітні поля промислової частоти звичайно спостерігаються в безпосередній близькості від двигунів та інших електропобутових пристроїв, а також спеціалізованого обладнання, наприклад магнітно-резонансних томографів, які використовуються для діагностичної візуалізації в медицині.

Таблиця

Звичайні значення напруженості електричного поля поряд з електропобутовими пристроями (на відстані 30 см від них)

Електропобутовий пристрій	Напруженість електричного поля (В/м)
Стерео-програвач	180
Праска	120
Холодильник	120
Міксер	100
Тостер	80
Фен для волосся	80
Кольоровий телевізор	60
Встановлене порогове значення	5000

Таблиця

Звичайні значення індукції магнітних полів навколо електропобутових пристроїв (в залежності від відстані від них)

Електропобутовий пристрій	На відстані 3 см (мікротесла)	На відстані 30 см (мікротесла)	На відстані 1 м (мікротесла)
Фен для волосся	6-2000	0.01-7	0.01-0.03
Електробритва	15-1500	0.08-9	0.01-0.03
Пилосмок	200-800	2-20	0.13-2
Мікрохвильова піч	73-200	4-8	0.25-0.6
Електропіч	1-50	0.15-0.5	0.01-0.04
Пральна машина	0.8-50	0.15-3	0.01-0.15
Праска	8-30	0.12-0.3	0.01-0.03
Комп'ютер	0.5-30	<0.01	
Холодильник	0.5-1.7	0.01-0.25	<0.01
Кольоровий телевізор	2.5-50	0.04-2	0.01-0.15

Для більшості електропобутових пристроїв індукція магнітного поля на відстані 30 см від них значно нижча встановленого для населення порогового значення в 100 мікротесл.

Нормальна відстань для роботи з пристроями виділена жирним шрифтом.

Дана таблиця ілюструє наступне: по-перше, індукція магнітного поля навколо всіх пристроїв стрімко зменшується по мірі віддалення від них; по-друге, більшість побутових пристроїв працює не занадто близько від людини. На відстані 30 см рівень магнітного поля навколо більшості електропобутових пристроїв більш ніж в 100 разів нижчий за, встановлене для звичайного населення, порогове значення у 100 мікротесл.

Побутові мікрохвильові печі відрізняються більшою потужністю. Однак, надійний захисний екран знижує можливий витік мікрохвильового випромінювання за межі печі до практично невизначеного рівня. Крім того, рівень витоку стрімко знижується по мірі віддалення користувача від печі.

Для роботи переносних телефонів потребується набагато менш інтенсивне поле, ніж для стільникових телефонів. Це пов'язано з тим, що вони використовуються зовсім близько від своєї бази, а отже, немає необхідності в сильному полі, як би це було б під час передачі сигналу на велику відстань. Відповідно, радіочастотні поля навколо цих телефонів зовсім незначні.

Висновки. Аналіз дії ефектів ЕМП на функціональний стан організму людини показує, що геомагнітні та електромагнітні поля здатні впливати на організм людини. Електромагнітне випромінювання за певних умов може викликати ушкодження здоров'я людини (порушення пам'яті та сну, зниження психічної стійкості, зміна серцевого ритму, артеріального тиску, розлади статевих функцій тощо).

Оскільки ЕМП негативно впливають майже на усі системи організму, самопочуття і працездатність людини необхідно вживати ряд захисних заходів для зменшення впливу ЕМП на користувача. Це може бути зменшення щільності потоку енергії ЕМП, захист відстанню, обмеження часу перебування в зоні джерела ЕМП, екранування джерела ЕМП, раціональне планування робочого місця тощо.

Список використаних джерел

1. Думанський В.Ю. Гігієнічна характеристика електромагнітного випромінювання, що створюється радіонавігаційними об'єктами цивільної авіації / В.Ю. Думанський, С.В. Біткін // Гіг. нас. місць. – К., - 2003. – Вип. 41. – С. 212-221.
2. Григорьев Ю.Г. Человек в электромагнитном поле (существующая ситуация, ожидаемые биоэффекты и оценка опасности) / Ю.Г. Григорьев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. - Т. 37, вып. 4, - С.690–702.
3. Вплив електромагнітного випромінювання на живі організми http://doza.net.ua/pages/ua_ref_emf.htm
4. Дія електромагнітних полів та випромінювань на організм людини www.br.com.ua/referats/Bgd/133713.htm
5. Что такое электромагнитные поля? <http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/ru/>
6. Бірдус Л.В. Негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я та працездатність людини: Матеріали V науково-практичної конференції, 17 грудня 2013 р., Київ/ Концептуальні засади формування менеджменту в Україні. – К.: Вид. дім «Персонал», 2013. – С. 34-37.

УДК 621.310

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ КОНВЕРСІЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

А. А. Пінкін

к.т.н.

В. В. Ясінський

магістрант

Розглянуто фізичні основи процесів, що протікають при конверсії сонячної енергії та приклади застосування сонячних технологій.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії (ВДЕ), сонячна енергія, сонячна стала..

Рассмотрено физические основы процессов, протекающих при конверсии солнечной энергии и примеры использования солнечных технологий.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии (ВИЭ), солнечная энергия, солнечная постоянная.

Сільське господарство, яке визначає продовольчу безпеку країни, відноситься до числа енергоємних галузей. Обмежені запаси органічного палива і безперервний ріст затрат на його використання потребують пошуку шляхів раціонального використання енергетичних ресурсів. Одним із шляхів є використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ).

Економічний потенціал відновлюваних джерел великий і їх частка у світовому енерговикористанні може скласти 10-12 %.

Із числа ВДЕ найбільш перспективними за ознакою доступності споживачам є використання сонячної та вітрової енергії. В світі діє великий парк геліо- та вітроенергетичних установок з сумарною потужністю більше 200 ГВт. В Україні, з різних причин, використання таких установок є досить незначним [1].

Таким чином, існує економіко-господарська проблема в об'єктивній необхідності використання ВДЕ в сільськогосподарському виробництві. Її інтерпретація в науково-технічну область потребує вирішення двох проблем: визначення умов ефективного використання відновлюваних джерел і створення ефективних схем сумісного використання традиційних і відновлюваних джерел для раціонального поєднання енергоресурсів, які споживаються, в системі енергопостачання.

Аналіз систем енергопостачання в сільському господарстві показує, що ВДЕ, зазвичай, розглядається як додаткове джерело. Тоді система енергопостачання з використанням ВДЕ повинна мати науково обґрунтовану структуру для раціонального використання енергоресурсів.

Раціональне поєднання ресурсів, які споживаються, може бути визначене на стадії проектування системи енергопостачання. Однак недостатнє пророблення методологічних основ і загальних методичних положень в проектуванні енергосистеми з використанням ВДЕ не дозволяє вибрати раціональне поєднання традиційних і відновлюваних енергоресурсів.

Поштовхом до застосування нових технологій в перетворенні енергії нетрадиційних джерел слугували два фактори: енергетична криза і підвищення вимог до охорони навколишнього середовища. Світова спільнота стала розуміти, що запаси викопних енергоносіїв не безмежні. За прогнозами, при заморожуванні енергоспоживання на сучасному рівні нафта буде вичерпана через 80 років. Природного газу вистачить на 150 років, а кам'яного вугілля на 5000 років. Поряд з невичерпністю для нетрадиційних джерел характерним є різке скорочення шкідливого впливу на екологію у вигляді викидів двоокису вуглецю, оксидів сірки, азоту, твердих часточок та ін.

Проте слід відмітити і недоліки нових джерел енергії. Насамперед це мала щільність потоку енергії, що вимушує попередньо концентрувати енергетичні потоки з великих площ, створювати громіздкі споруди для їх взаємних перетворень. Також в основі нетрадиційних джерел лежать природні явища, інтенсивність яких підлягає сильним коливанням в залежності від регіону, сезону, часу доби. В результаті ускладнюються системи перетворення енергії, підвищується їх собівартість [4]. Проте зазвичай вказані недоліки з успіхом долаються. Можливості нетрадиційної енергетики оцінюються Світовою енергетичною радою наступним чином: на початку XXI століття до 6% загального енергоспоживання приходить на частку ВДЕ, а до 2030 р. ВДЕ можуть дати енергію, яка еквівалентна 50-70% сучасного рівня.

Сонце є головним первинним джерелом нетрадиційної енергетики. В ньому зосереджено 99, 886% всієї маси сонячної системи. Сонце щосекунди випромінює енергію в тисячі мільярдів разів більшу, ніж при ядерному вибуху 1 кг U^{235} . Воно має колосальні розміри – діаметр 1392 тис. км, а масу $2 \cdot 10^{30}$ кг. Розміщується на середній відстані 150 млн км від Землі [4]. Сонячна енергія випромінюється в простір завдяки термоядерній реакції, яка протікає всередині зірки. В цій реакції водень перетворюється в гелій. Маса ядра гелію менше маси 4 протонів, тому частина маси перетворюється в енергію. Потужність потоку сонячного випромінювання складає 1,4 кВт на m^2 . Температура в центрі Сонця досягає 8-10 млн К, знижуючись до поверхневих шарів до 5800 К. На Землю падає потік енергії, який дорівнює $1,7 \cdot 10^5$ кВт. Це означає, що впродовж однієї години Земля отримує стільки енергії, скільки буде достатньо для задоволення всіх потреб людства протягом року.

Основною величиною, яка характеризує сонячну енергію, є сонячна стала, тобто щільність потоку випромінювання, що падає на площадку, перпендикулярну цьому випромінюванню і розміщену над атмосферою. Її числове значення – 1352 Вт/м^2 . У зв'язку з поступовим затуханням Сонця ця величина зменшується за рік на $(0,041 \pm 0,002)\%$. Проходячи через атмосферу, сонячне випромінювання послаблюється. Воно частково пронизує атмосферу прямими променями, частково поглинається молекулами водяної пари і трьох- та багатоатомних газів, пилоподібними включеннями, частково розсіюється і досягає земної поверхні у вигляді розсіяного (дифузного) випромінювання [2,3]. На рівні Землі сонячна стала не перевищує 1000 Вт/м^2 .

Сонце – невичерпне джерело енергії – щосекунди дає Землі 80 триліонів кВт, тобто в кілька тисяч разів більше, ніж всі електростанції світу. Потрібно тільки вміти користуватися ним. Наприклад, Тибет – сама близька до Сонця частина нашої планети – по праву вважає сонячну енергію своїм багатством. На разі в Тибетському автономному районі Китаю побудовано вже біля 50 тисяч геліопечей. Сонячною енергією опалюються жилі приміщення площею 150 тисяч квадратних метрів, створені геліотеплиці загальною площею мільон квадратних метрів.

З розвитком техніки ускладнюються процеси і установки, для яких Сонце постачає свою енергію. Ця енергія може використовуватися як з природною щільністю теплового потоку, так і з колосальною концентрацією. Наприклад, для випарювання морської води в басейні і отримання солі достатньо природньої сонячної радіації. А в сонячних печах з високою температурою ($4000\text{--}4500^\circ\text{C}$) для плавлення різних речовин концентрація потоку збільшується в десятки тисяч разів.

В сільському господарстві широко використовується вирощування рослин у закритому ґрунті з використанням парникового ефекту. Ця технологія подовжує період вегетації і просуває в північні широти культивування теплолюбних рослин [5].

Сонячна енергія дає можливість постачати населенню теплу воду і опалювати приміщення, а в гарячу пору охолоджувати їх, підтримуючи комфортну температуру і навіть виробляючи лід.

Сонячна енергія може бути перетворена в інші види енергії. Так, якщо нагріти воду в приймачі сонячної радіації, перетворити її на пару і пропустити через турбіну з'єднану з електрогенератором, отримаємо електроенергію [7]. Використання сонячноенергетичних установок як джерел електроенергії особливо актуальне для забезпечення і отримання тепла і електропостачання окремих споживачів в неелектрифікованих районах [2, 6].

Сонце бере участь також в отриманні палива майбутнього – водню при розкладі води.

Нами наведені лише кілька прикладів із широкого спектра сонячних технологій. Хоча сонячна енергія і безкоштовна, отримання електрики із неї не завжди є достатньо дешевим. Тому спеціалісти безперервно прагнуть удосконалити сонячні елементи і зробити їх ефективнішими.

Список використаних джерел

1. Гелетука Г. Г. Енергозабезпечення України: погляд у 2050 р. / Г. Г. Гелетука, Т. А. Железна, М. М. Жовмір та ін. // Зелена енергетика. – 2003. – № 4 (12). – С. 4–10.
2. Докукин И. Я. Анализ и оптимизация циклов солнечных паротурбинных электростанций / И. Я. Докукин // Электрические станции, 1994. № 3. – С. 40-46.
3. Козирський В. В. Інтеграція поновлюваних джерел енергії в розподільні електричні мережі сільських регіонів / В. В. Козирський, Ю. І. Тугай, В. М. Бодунов, О. В. Гай // Технічна електродинаміка, 2011. – № 5. – С. 67-71.
4. Колтун М. М. Солнечные элементы / М. М. Колтун. – М.: Наука, 1987. – 192 с.
5. Кирюшатов А. И. Использование нетрадиционных возобновляющихся источников энергии в сельскохозяйственном производстве / А. И. Кирюшатов. – М.: Агропромиздат, 1991. – 96 с.
6. Лосюк Ю. А. Нетрадиционные источники энергии [Текст]: учебное пособие / Ю. А. Лосюк, В. В. Кузьмич. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 234 с. ISBN 985- 464-542-8

7. Стребков Д. С. Концентрирующие системы для солнечных электростанций / Д. С. Стребков, Э. В. Тверьянович // Теплоэнергетика, 1999, № 2.– С. 10-15.

УДК 628.979; 621.273

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОСВІТЛЕННЯ РОСЛИН ПРИ ВИРОЩУВАННІ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ

І. В. Нездвецька

к.т.н.

Р. С. Сергійчук

магістрант

В роботі проведено аналіз існуючих джерел штучного оптичного випромінювання для рослин в умовах закритого ґрунту, серед яких виділено світлодіодні лампи. Порівняння спектральних характеристик існуючих випромінювачів даного призначення зі спектральною характеристикою поглинальної здатності більшості видів рослин дозволяє стверджувати про максимальну ефективність світлодіодних ламп для розвитку рослин.

Ключові слова: оптичне опромінювання, закритий ґрунт, спектральна характеристика, фотосинтез, освітлювачі.

В работе проведен анализ существующих источников искусственного оптического излучения для растений в условиях закрытого грунта, среди которых выделены светодиодные лампы. Сравнение спектральных характеристик существующих излучателей данного назначения со спектральными характеристиками поглотительной способности большинства видов растений позволяет утверждать о максимальной эффективности светодиодных ламп для развития растений.

Ключевые слова: оптическое облучение, закрытый грунт, спектральные характеристики, фотосинтез, осветители.

Актуальність теми. В умовах ринкової економіки вітчизняне виробництво овочевої продукції вимагає значного підвищення енергоефективності. Одним із напрямів підвищення врожайності овочів при зниженні енерговитрат в умовах закритого ґрунту є застосування опромінювання рослин штучним світлом. В природно-кліматичних умовах України в теплицях традиційно вирощуються рослини, які повинні бути освітленими не менше десяти годин на добу. Періодом, який вносить свої корективи в світлову насиченість теплиці, є осінньо-зимовий і весняний час. Штучне освітлення в цьому випадку дозволяє створити необхідні умови для правильного розвитку рослин і закласти основу майбутнього високого врожаю. Енергетичної ефективності систем для опромінювання рослин можна досягти за допомогою використання високоефективних джерел світла зі спектральним складом випромінювання, що сприятливо впливає на біологічні процеси в рослинах. Тому розробка та дослідження освітлювачів з ефективним спектральним складом випромінювання для вирощування овочів є задачею актуальною.

Аналіз попередніх досліджень. Відомо, що не усі промені сонячного спектру поглинаються хлорофілом в процесі фотосинтезу і, відповідно, не усі джерела при штучному освітленні рослин при вирощуванні в закритому ґрунті максимально ефективні [1]. Максимум інтенсивності фотосинтезу спостерігається при опроміненні рослини червоним і синім світлом (рис. 1). Червоне світло з довжиною хвилі від 600 до 700 нм, в основному контролює розвиток рослини, його цвітіння і утворення насіння, що особливо важливо для квітучих рослин. [3, 5, 6]. Синє світло з довжиною хвилі від 400 до 500 нм, головним чином, контролює розвиток листків. Рослини, вирощені з використанням тільки синього світла мають розвинені стебла і листки, проте цвітіння при цьому недостатнє. Світло зеленого діапазону практично не використовується у фотосинтезі – воно навіть відбивається листям рослин. Надмірна інтенсивність випромінювання хвиль ультрафіолетового діапазону шкідлива для рослин [4, 5].

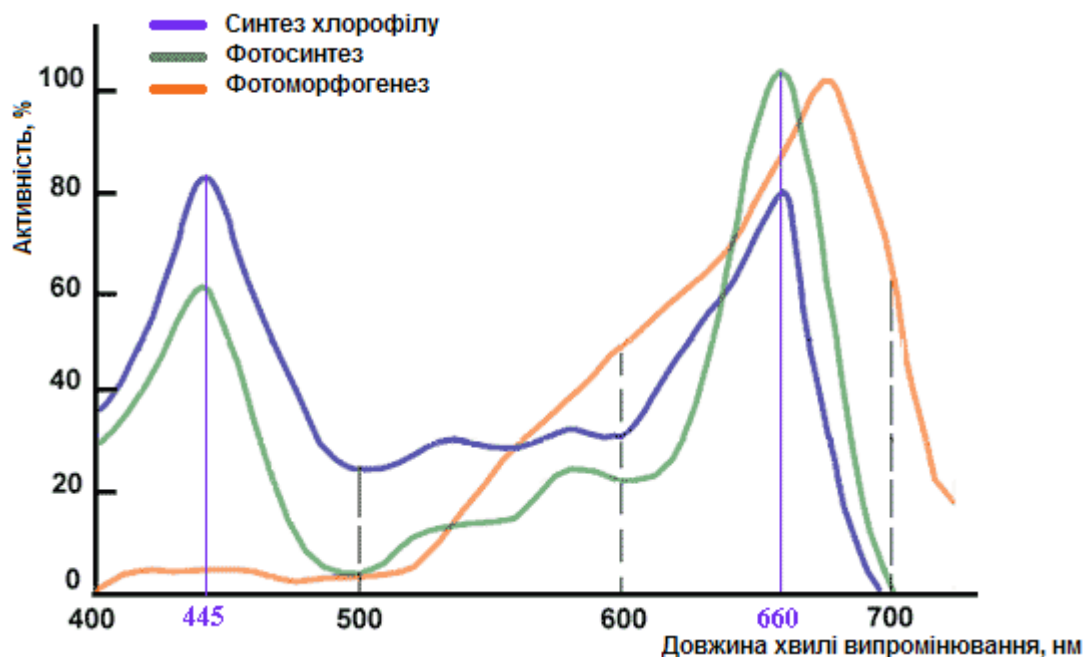


Рис. 1. Спектральна характеристика поглинальної здатності випромінювання рослинами

Результати досліджень. Технічне забезпечення освітлювальних установок для теплиць налічує ряд пристроїв, до складу яких входять лампи різної будови і принципу випромінювання: розжарювання, галогенові, газорозрядні низького тиску (люмінесцентні), газорозрядні високого тиску (ксенонові, ртутні, металогалогенні, натрієві), світлодіодні тощо. Лампи будуть тим інтенсивніше стимулювати розвиток рослини, чим більше енергії випромінювання буде міститися в тих діапазонах спектру, які найбільш сприятливі до фотосинтетичної активності рослин (ФАР).

Порівняння спектральної характеристики поглинальної здатності оптичного випромінювання деякими рослинами (рис. 1) із спектральними характеристиками відомих типів ламп (рис. 2), дає підстави стверджувати про максимальну відповідність світлодіодних випромінювачів вимогам фотосинтетичної активності рослин (ФАР).

Порівняльний аналіз якісно-економічних характеристик джерел світла, сформований на основі інформації від спеціалістів (табл. 1), свідчить про значні переваги освітлювачів світлодіодного типу [2, 3, 6].

Таблиця 1.

Тип випромінювача	Світлодіоди	Люмінесцентні лампи	Лампи розжарювання
Показник порівняння			
Компактність	Компактні	Габаритні	Компактні
Ударостійкість	Стійкі	Крихкі	Крихкі
Вологостійкість	Так	Ні	Ні
Енергоспоживання	Низьке	Середнє	Високе
Світловіддача	Середня	Висока	Низька
Можливість отримання випромінювання різного кольорового діапазону	Так	Світлофільтр	Світлофільтр
Термін служби	До 100 тис. годин	До 10 тис. годин	До 1 тис. годин
Простота обслуговування	Проста	Ускладнена	Проста
Інерційність	Дуже низька	Висока	Низька
Залежність терміну служби від кількості вмикань/вимикань	Низька	Висока	Висока
Вартість	Висока	Середня	Низька
Експлуатаційні витрати	Низькі	Середні	Високі

Велике значення має комплексна оцінка впливу оптичного випромінювання на фотосинтетичну активність рослин протягом усього вегетаційного періоду з використанням світлових режимів опромінення з тими спектральними й енергетичними характеристиками, що реально придатні для умов формування повноцінного врожаю.

В.О.

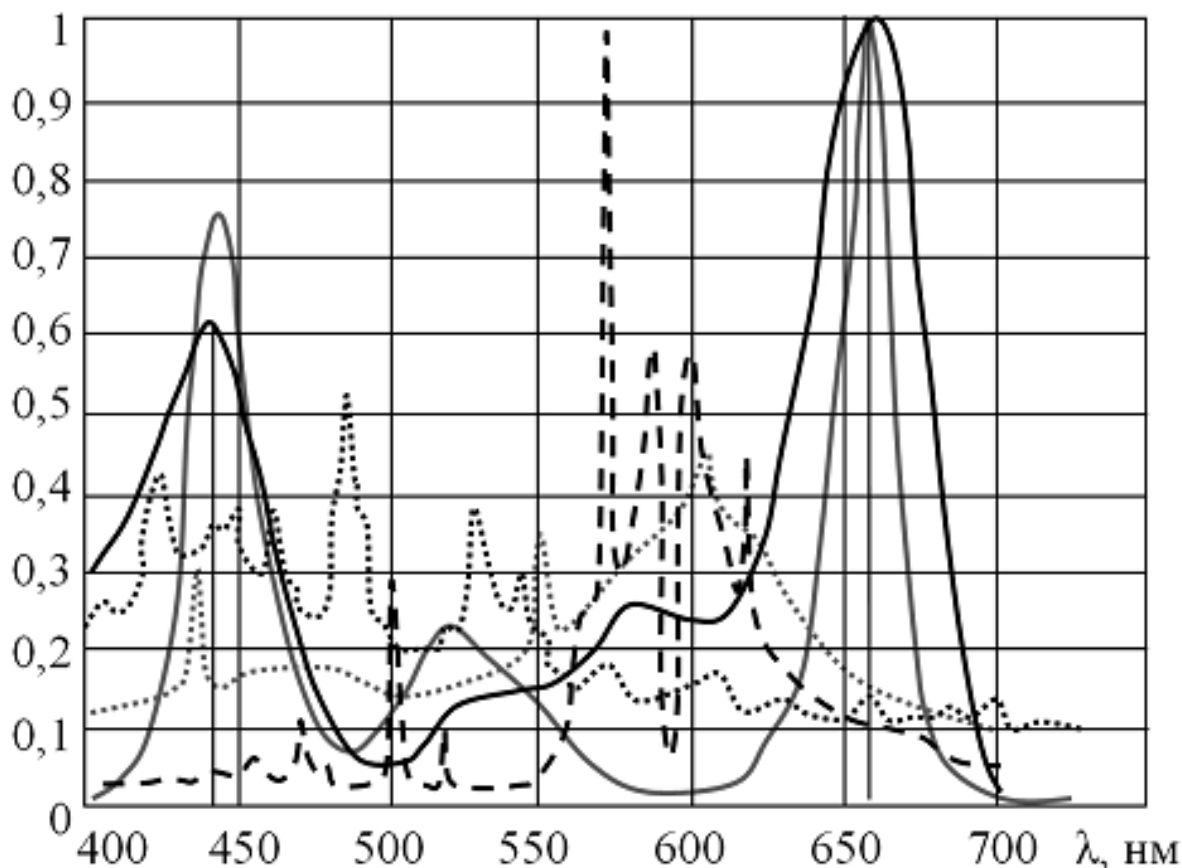


Рис. 2. Спектральні характеристики фотосинтезу і основних типів ламп штучного освітлювання

- | | |
|-------|---------------------------------------|
| — | спектральна ефективність фотосинтезу; |
| | спектри випромінювання: |
| --- | - натрієвої лампи високого тиску; |
| | - ксенонової лампи; |
| | - люмінесцентної лампи; |
| — | - білого світло діоду. |

Звичайно, що матеріал, з якого виготовлено те чи інше штучне джерело світла, визначає спектр його випромінювання. Комбінація різних освітлювачів дає можливість максимально ефективно використовувати їх для конкретних задач – активізація розвитку зеленої маси або цвітіння. Аналіз спектральних характеристик світлодіодів різного типу і складу [2] (рис. 3,4) свідчить про їх деяку спектральну відмінність – інтенсивність випромінювання можна регулювати в межах деякого діапазону, який визначається напівпровідниковими компонентами, що входять до складу світлодіоду. Проте, при виборі джерел світла в умовах захищеного ґрунту, окрім спектру випромінювання, необхідно орієнтуватись на такі показники як споживана потужність і інтенсивність світлового потоку та інші.

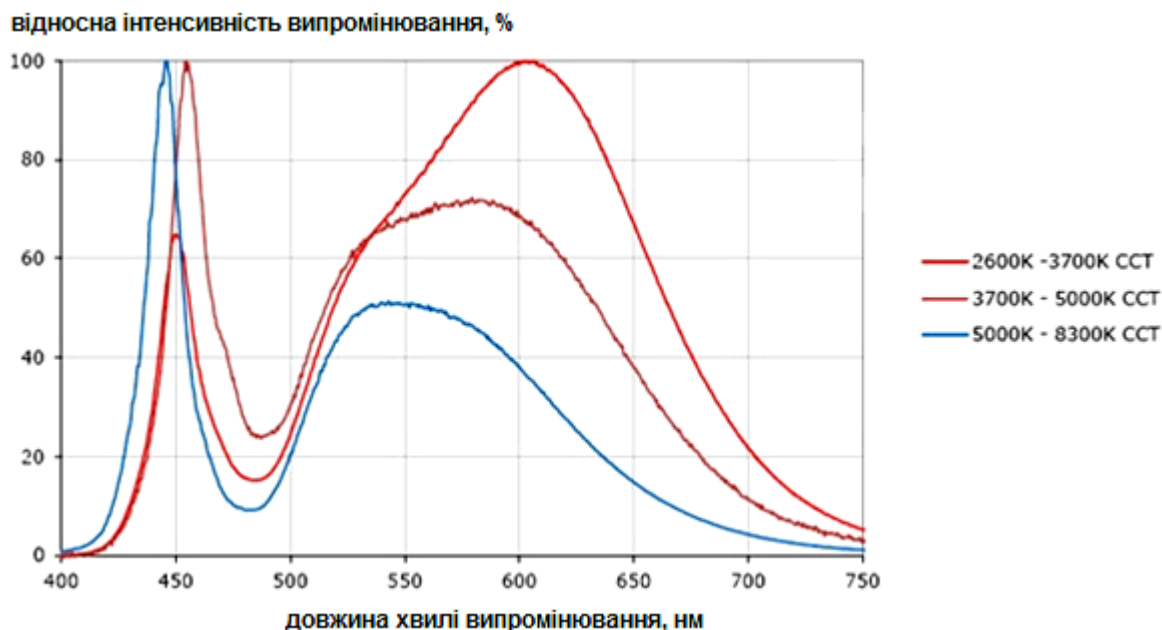


Рис. 3. Спектральна характеристика світлодіоду типу SMD 5730 (Китай)

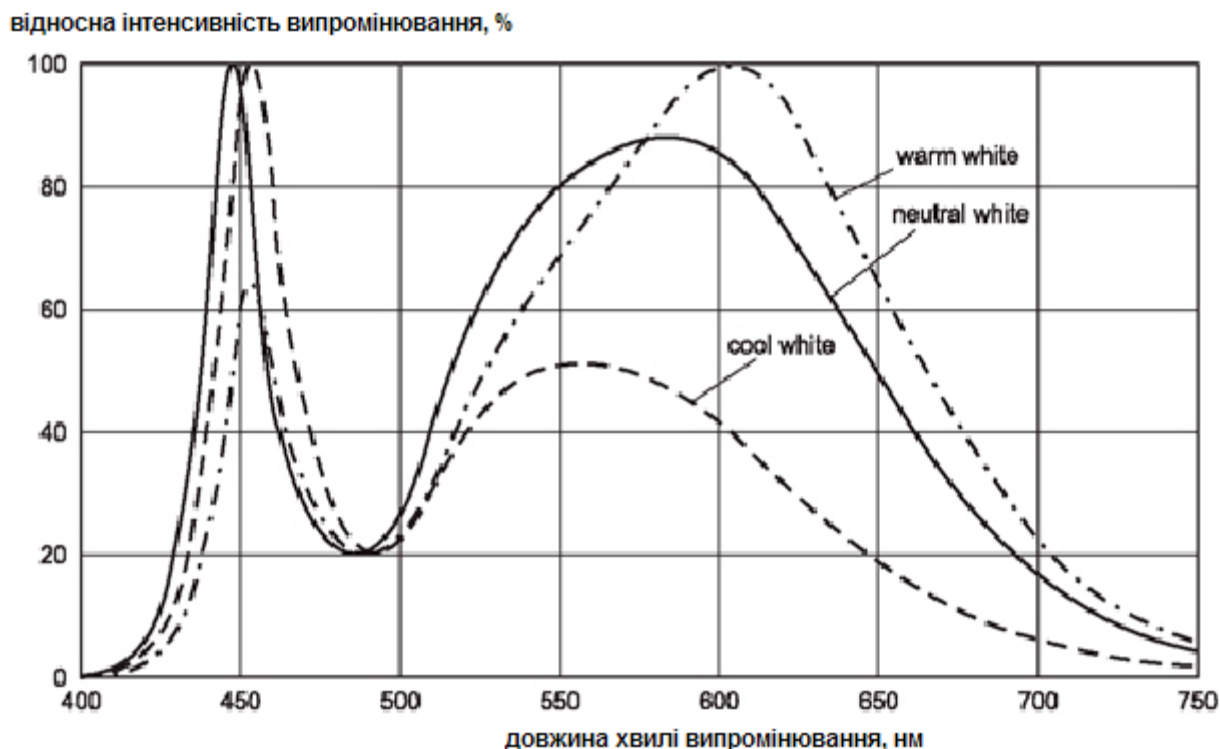


Рис. 4. Спектральна характеристика світлодіоду типу Cree XLAMP XR-E (Китай)

В залежності від того, що рослинам необхідно, яку фазу росту і розвитку необхідно стимулювати, можна застосовувати відповідні світильники. При цьому, незважаючи на те, що реальну фотосинтетичну активну радіацію, тобто корисну енергію, яку випромінюють світлодіоди червоного і синього кольору, підрахувати досить важко в зв'язку з різною енергією квантів, загальне грубе співвідношення відомо. Більшість виробників, говорячи про нейтральний вплив світла на рослини, називають співвідношення 4-6 червоних на 1 синій світлодіод. Відповідно якщо необхідно більше стимулювати вегетативний розвиток, співвідношення червоних та синіх має бути 1:4 або повністю сині світлодіоди. Якщо необхідно стимулювати цвітіння, то співвідношення червоного до синього має бути 6:1 або тільки червоні світлодіоди. Все вищесказане буде повноцінно працювати, тільки якщо

використовуються спеціальні світлодіоди led grow light з відповідними спектрами, призначеними для підсвічування рослин.

Висновок. В ході порівняльного аналізу характеристик освітлювачів для систем захищеного ґрунту встановлено значні економічні переваги світлодіодних освітлювачів. При правильному використанні світлодіодних фітоосвітлювачів, за рахунок можливості ефективно впливати на різні фази розвитку рослин, можна в будь-який час року, незалежно від природного освітлення, отримати прогнозований результат.

Список використаних джерел

1. Белогубова Е. Н. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учеб. пособие / Е. Н. Белогубова, А. М. Васильев, Л. С. Гиль – К.: Киевская Правда, 2006. – 528 с.
2. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ.: под. ред. А. Э. Юновича – 2-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 496 с.
3. Никифорова Л. Є. Енергозберігаючі світлодіодні джерела випромінювання для сільського господарства / Л. Є. Никифорова, І. В. Кізім // Праці ТДАТУ: наукове фахове видання. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, Т.3. – С. 143-147.
4. Макрушин М. М. Фізіологія рослин. / М. М. Макрушин, Є. М. Макрушина, Н. В. Петерсон, М. М. Мельнікова // Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.
5. Белогубова Е. Н. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учеб. пособие / Е. Н. Белогубова, А. М. Васильев, Л. С. Гиль – К.: Киевская Правда, 2006. – 528 с.
6. Фотосинтез и биопродуктивность: методы определения / Пер. с англ. Н. Л. Гудскова, Н. В. Обручаевой и др.: под ред. А. Т. Мокроносова – М.: Агропромиздат, 1989. – 460 с.
7. Гнатович М. Вплив комбінованого опромінення на рослини закритого ґрунту / М. Гнатович // Вісник ТНТУ — Тернопіль : ТНТУ, 2014. – Том 75. – № 3. – С. 201-208.

УДК 62-83

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА ОСНОВІ СТРУКТУРНИХ СХЕМ

О. Ф. Соколовський

к.т.н

М. В. Черненко

студент

Сучасні методи дослідження передбачають порівняння систем різного типу з метою визначення взаємозв'язку їх параметрів та подальшого вибору оптимального варіанту. У роботі проведено дослідження еквівалентного електропривода постійного струму з використанням даних асинхронного двигуна та надані рекомендації щодо застосування результатів моделювання.

Ключові слова: структурна схема, моделювання, перехідні процеси.

Современные методы исследования предполагают сравнения систем различного типа с целью определения взаимосвязи их параметров и последующего выбора оптимального варианта. В работе проведено исследование эквивалентного электропривода постоянного тока с использованием данных асинхронного двигателя и даны рекомендации по применению результатов моделирования.

Ключевые слова: структурная схема, моделирование, переходные процессы.

Проектування сучасних систем електропривода пов'язаний з низкою вимог, що підпорядковуються особливостям технологічного процесу [1]. Реалізація відповідних задач неможлива без використання структурних схем об'єкта дослідження та проведення комп'ютерного моделювання. Дослідження комп'ютерних моделей дозволяє встановити основні фактори, що визначають властивості об'єкта дослідження, зокрема реакцію системи на зміну її параметрів і початкових умов. Для дослідження перехідних процесів електропривода з асинхронними двигунами традиційно використовують математичну модель системи автоматичного керування на основі структурної схеми з використанням аперіодичної

ланки першого порядку [2]. Частотний перетворювач у даному випадку розглядається як безінерційна ланка з одиничним коефіцієнтом передачі. Електромагнітна інерція враховується через електромагнітну сталу часу, механічна – через момент інерції, приведений до вала двигуна. Схема передбачає стабілізацію частоти обертання у разі зміни навантаження на валу двигуна. ПІ-регулятор представлений пропорційною та інтегрувальною ланками, що дозволяє обмежувати не тільки вихідний сигнал, а й інтегральну складову. Для опису асинхронного двигуна застосовують також двофазову модель в системі координат статора [3]. Для дослідження на основі даної моделі вимагається велика кількість вихідних параметрів, які не завжди є доступними в паспортних даних двигунів. У роботі пропонується виконувати моделювання перехідних процесів електропривода постійного струму незалежного збудження з параметрами, еквівалентними відповідним показникам асинхронного трифазного двигуна з короткозамкненим ротором. Еквівалентні дані двигуна постійного струму отримаємо на основі припущення, що номінальні значення напруги джерела живлення та частоти обертання якоря будуть рівними за абсолютними значеннями з орієнтуванням на синхронну швидкість двигуна змінного струму. Опір кола якоря з врахуванням аналогії в структурних схемах обох перетворювачів є зворотно-пропорційним жорсткості механічної характеристики двигуна змінного струму. Також прийнято, що номінальні струми та електромагнітні сталі обох двигунів є однаковими. Добуток $c\Phi$ визначається із рівняння напруг двигуна для усталеного режиму. Параметри еквівалентного двигуна постійного струму (табл. 1), отримані на основі даних двигуна серії АІР, досить близькі відповідним паспортним показникам електромеханічного перетворювача серії 2П.

Таблиця 1

Параметри електричних двигунів

Дані асинхронного двигуна		Дані двигуна постійного струму	
$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	3000	$P_{2\text{ном}}, \text{Вт}$	3000
$\omega_1, \text{рад/с}$	314	$\omega_{\text{ном}}, \text{рад/с}$	314
k_M	2,2	$U_{\text{ном}}, \text{В}$	314
$M_{\text{ном}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	10,06	$M_{\text{ном}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	9,6
$J, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,0035	$J, \text{кг}\cdot\text{м}^2$	0,0035
s_n	0,05	$E_a, \text{В}$	304,95
$\omega_2, \text{рад/с}$	298,3	$c\Phi, \text{В}\cdot\text{с}$	0,97
$s_{\text{кр}}$	0,21	$L_a, \text{Гн}$	0,023
$\beta, \text{Н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}$	0,68	$R_{a\gamma}, \text{Ом}$	1,476
$T_e, \text{с}$	0,015	$T_a, \text{с}$	0,015

За результатами досліджень еквівалентного електропривода постійного струму в середовищі Simulink встановлено, що графіки перехідних процесів (рис. 1) повторюють динамічні характеристики системи з асинхронним двигуном.

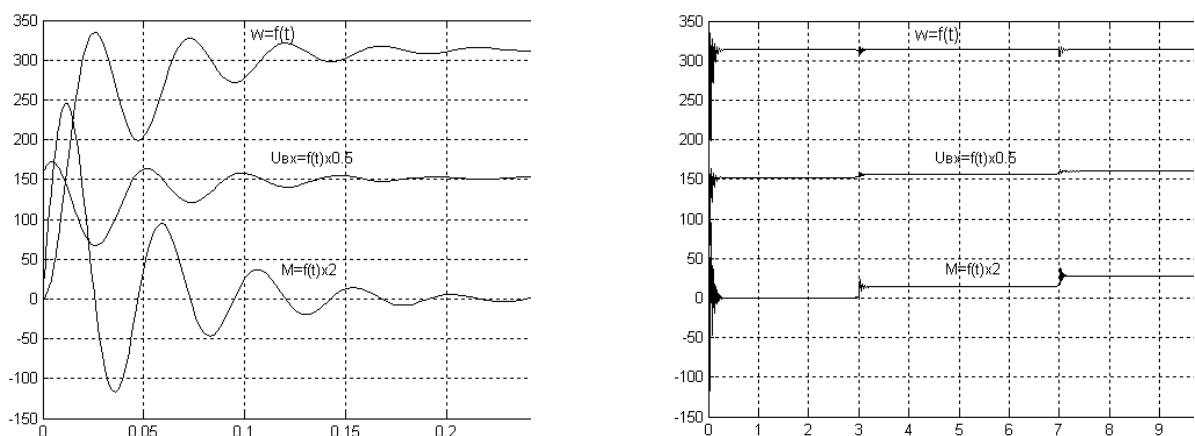


Рис. 1. Графіки перехідних процесів

Висновок. Проведені дослідження підтвердили закономірності, притаманні електромеханічним перетворювачам змінного і постійного струму в статичних та динамічних режимах. Застосоване припущення щодо величини вхідної напруги спрощує процедуру ідентифікації еквівалентних даних. На основі даної методики можна також проводити дослідження електроприводів постійного струму зі змінним магнітним потоком, що розширює можливості моделювання. У цьому випадку напругу на обмотку якоря подають після вмикання в роботу системи збудження та досягнення магнітним потоком розрахункового значення. Запропонована методика дозволить забезпечити дослідження універсальними параметрами та проводити аналіз їх взаємозв'язку в електроприводах різних типів.

Список використаних джерел

1. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи: [навч. посібник] / [М.Г. Попович, О.Ю. Лозинський, В.Б. Клепиков та ін.] ; під ред. М.Г. Поповича та О.Ю. Клепикова. – К. : Либідь, 2005. – 680 с.
2. Соколовський О.Ф. Розробка та дослідження електропривода типового технологічного обладнання: навч. посіб. / О.Ф. Соколовський, О.І. Рибачук – Житомир: ЖВІНАУ, 2012. – 100 с.
3. Островерхов М.Я. Моделювання електромеханічних систем в Simulink : [навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів] / М.Я. Островерхов, В.М. Пижов – К.: ВД "Стилос", 2008. – 528 с.

УДК 468:932

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ТА ПІДТРИМКИ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА БАЗІ ЖНАЕУ З ВПРОВАДЖЕННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВЕРМИКОМПОСТУВАННІ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

В. А. Прядко
інженер
В. М. Зименко
студент
О. С. Сич
студент
О. А. Ільченко
магістрант

На основі аналізу літературних джерел досліджено, що на сьогодні актуальним завданням є організація і ведення органічного виробництва, отримання екологічно чистих і сертифікованих продуктів сільськогосподарського виробництва. Виконані аналітично – теоретичні дослідження ведення органічного виробництва.

Особливо актуальним в органічному виробництві є питання використання відновлювальних джерел енергії (біомаси), яке вказує на необхідність розробки і комплексного впровадження сучасних біоконверсійних технологій для вирішення питань по переробці відходів (біомаси) та реанімації (відтворення) гумусу, створення замкнутого циклу виробництва з урахуванням енергоефективності та екології.

Ключові слова: органічне виробництво, науково навчальний виробничий консорціум, вермикомпостування, дощовий черв'як, субстрат, біогумус, органо – мінеральне добриво, кормовий білок, енергоефективність, екологія.

На основе анализа литературных источников исследовано, что на сегодня актуальной задачей является организация и ведение органического производства, получения экологически чистых и сертифицированных продуктов сельскохозяйственного производства. Выполнены аналитически - теоретические исследования ведения органического производства.

Особенно актуальным в органическом производстве является вопрос использования возобновляемых источников энергии (биомассы), которое указывает на необходимость разработки и комплексного внедрения, современных биоконверсионных технологий для решения вопросов по

переработке отходов (биомассы) и реанимации (воспроизведение) гумуса, создание замкнутого цикла производства с учетом энергоэффективности и экологии.

Ключевые слова: органическое производство, научно учебный производственный консорциум, вермикомпостирование, дождевой червь, субстрат, биогумус, органоминеральное удобрение, кормовой белок, энергоэффективность, экология.

Актуальність теми.

Створення тваринницьких, птахо комплексів промислового характеру, переробного виробництва породило проблему годівлі, накопичення великої кількості відходів, забруднення навколишнього середовища.

Крім того при організації і веденні органічного виробництва виникає ряд проблем при компостуванні органічних відходів, які негативно впливають на екологію якості продукції, сировини.

Аналіз досліджень розвитку та підтримки органічного виробництва показує що Житомирський національний агроекологічний університет протягом останніх років концентрує свої зусилля та потенціал на розв'язанні проблем наукового та освітнього забезпечення розвитку органічного виробництва на Поліссі.

Враховуючи виняткове значення органічного виробництва для продовольчої безпеки держави, питання активізації його подальшого розвитку пропонуємо створити **Всеукраїнський науково навчальний виробничий консорціум**, об'єднання до якого ввійдуть Житомирський національний агроекологічний університет, центр «Полісся органік»; ПП «Галекс-Агро», ТОВ «Органік Мілк» та фермерські господарства.

Консорціум (від лат. Consortium — співучасть, співтовариство) — організаційна форма тимчасового об'єднання незалежних підприємств, організацій, науково дослідницьких центрів, навчальних закладів з метою координації їх діяльності для досягнення певної мети.

Необхідність такого об'єднання обумовлювалася потребою підвищення якості підготовки фахівців аграріїв.

Поєднання наукового та навчального потенціалу університету, центру та успішних сільськогосподарських підприємств, створення бази для набуття практичних навичок студентами та аспірантами, а також покращення науково-дослідної діяльності вчених з переносом практичних навичок і результатів досліджень в господарства.

На території університету «Левківка» потрібно створити дослідне універсальне, модульне господарство, експериментальний підрозділ для сфери органічного виробництва, проведення наукових досліджень щодо відпрацювання енергозберігаючих, енергоефективних технологій вермикомпостування відходів сільськогосподарського виробництва, створення нових видів органічних добрив на основі вермикомпостування — біогумусу, відтворення гумусу, створення біологічних стимуляторів росту і розвитку рослин, використання біомаси черв'яків та борошна з неї, вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур, підготовки висококваліфікованих фахівців.

Вермикомпостування органічних відходів

При організації і веденні організації органічного виробництва виникає ряд проблем при компостуванні органічних відходів, які негативно впливають на якість продукції, сировини.

При компостуванні відходів велика кількість поживних речовин втрачається а насіння бур'янів та мікрофлори після компостування разом з внесенням на поля компости потрапляє в ґрунт.

Гній є потенціальним переносником патогенної мікрофлори — сальмонели, золотистого стафілококу а також яєць та личинок гельмінтів, тобто може являтися джерелом серйозного забруднення навколишнього середовища і становити загрозу поширення захворювання серед людей і тварин.

Постійне застосування хімічних засобів у великих обсягах привело до істотної перебудови природних біологічних угруповань, порушує їх функції і біологічну стійкість, поступового змертвіння ґрунту, втрати ним родючої сили.

В умовах складної екологічної ситуації в Україні особливо актуальним є питання використання відновлювальних джерел енергії (біомаси) вказують необхідність розробки і комплексного впровадження сучасних біоконверсійних технологій для вирішення питань по переробці відходів (біомаси) та реанімації (відтворення) гумусу, створити замкнутий цикл виробництва. В зв'язку з цим виникає потреба в розробці технологій і комплектів електротехнологічного обладнання для переробки біомаси відтворення різних видів енергії, виробництва високоякісних органічних гуміновмісних добрив – біогумусу.

Біогумус – це органо – мінеральне добриво з великим вмістом всіх необхідних для рослин макро – і мікроелементів, а також стимуляторів росту, вітамінів, амінокислот, антибіотиків, багатий на корисну для ґрунту мікрофлору, сприяє розпаду радіонуклідів, пестицидів та інших високо токсичних речовин, який отримується внаслідок життєдіяльності дощових черв'яків.

Крім того сама біомаса черв'яка може бути використана як білковий корм для птиці, риби, в медицині, парфумерії і т. д.

Незважаючи на актуальність вермикомпостування не набуло належного застосування. І однією з причин, що ускладнює впровадження розроблених технологій є відсутність електромеханізації та автоматизації виробничих процесів. Нині 70 – 80 % технологічних процесів виконуються вручну.

В зв'язку з цим розробка енергоефективного електротехнологічного обладнання при вермикомпостуванні для переробки субстрату біомаси, виробництва біогумусу, кормового білка, екологічного оздоровлення навколишнього середовища на основі електромеханізації та автоматизації виробничих процесів, є актуально науково – технічним завданням.

Аналіз досліджень

Розробка біологічно обґрунтованих методів технології розведення черв'яків з певною метою (переробка конкретних субстратних сумішей, визначення кінцевого продукту) дозволить, оптимізувавши умови вермикультивування, у кілька разів підвищити ефективність емпірично створеній культури. На Заході вермикультивування ведеться, як правило, під відкритим небом в умовах, що утрудняють застосування інтенсивної технології. Основний упор робиться на низьку собівартість продукту при відсутності витрат на опалення і т. д.

За останній час було проведено ряд досліджень. Аналізи досліджень показали, що технологія розведення черв'яків в закритому приміщенні більш ефективна але з більшими енергетичними затратами.

Основною частиною технології розведення і використання черв'яків є режими життєдіяльності як основної, так і маткової культури. Маються на увазі такі фактори як: температура, вологість, реакція субстрату, частота годування, щільність культури.

Всі ці фактори мають вирішальний вплив на продуктивність і швидкість росту черв'яків, інтенсивність переробки субстрату. У кінцевому підсумку саме від правильного підбору цих параметрів залежить економічна ефективність вермикультури. Крім того, не тільки різні види, а й окремі популяції черв'яків володіють власними еколого-фізіологічними показниками і для їх ефективного культивування необхідні спеціальні тести, що становлять предмет майбутніх практичних досліджень.

Мета та задачі досліджень.

Метою роботи є обґрунтований вибір енерго - та ресурсозберігаючих методів, електротехнологічного обладнання при вермикомпостуванні для переробки біомаси, виробництва біогумусу, кормового білку на основі дощових черв'яків, екологічного оздоровлення навколишнього середовища на основі ефективних методів при допомозі електромеханізації та автоматизації виробничих процесів з використанням альтернативних джерел енергії для органічного виробництва.

Для досягнення цієї мети будуть поставлені наступні завдання:

- дослідити процеси компостування, вермикомпостування;
- розробити ефективні енергозберігаючі технології, технічні засоби для створення енерго – та ресурсозберігаючих методів при компостуванні і вермикомпостуванні з метою звести енергетичні затрати до мінімуму;

- провести експериментальні дослідження при компостуванні і вермикомпостуванні;
- здійснити аналіз досліджень і вибрати оптимальні режими роботи, електротехнологічне обладнання при вермикомпостуванні для переробки біомаси субстрату;

Об'єкт та методика досліджень.

Об'єктом досліджень є процеси, які відбуваються в біомасі з різними субстратами і черв'яками різних видів.

Предметом дослідження є технології та електротехнологічне обладнання.

Суб'єктом досліджень є залежності які відбуваються в цьому процесі теоретично та практично.

У процесі дослідження використовуються теоретичні та експериментальні методи.

Наукова новизна

Отримання залежності: мікроклімат, маса черв'яків, маса біогумусу, використання енергетичних ресурсів.

Впровадження для органічного виробництва комплексної електромеханізації та автоматизації технологічних процесів з застосуванням альтернативних джерел при вермикомпостуванні та переробці черв'яків на білкову біомасу.

Практична цінність

Розроблені методи, технології процесів для створення локалізованого мікроклімату при вермикомпостуванні біомаси та електротехнологічне обладнання дасть можливість прискорити і збільшити виробництво біогумусу.

Розробка з вермикомпостування включає до себе вдосконалену технологію вермикомпостування відходів та отримання біомаси черв'яка, технологію переробки біомаси черв'яків для згодовування молодняку тварин та птиці.

Розроблені ефективні методи, технології дадуть можливість організації і ведення органічного виробництва, отримання екологічно чистих і сертифікованих продуктів сільського господарства з застосуванням енергоефективні технології з впровадженням комплексної електромеханізації та автоматизації технологічних процесів.

Висновки

В науковій роботі проведено дослідження можливостей розвитку та підтримки органічного виробництва на базі ЖНАЕУ з впровадженням енергоефективних технологій при вермикомпостуванні відходів сільського господарства.

При організації і веденні організації органічного виробництва виникає ряд проблем які вирішуються в науковій роботі.

1. Досліджено можливості розвитку та підтримки органічного виробництва на базі ЖНАЕУ. Запропоновано створити Всеукраїнський науково навчальний виробничий консорціум, об'єднання до якого ввійде і Житомирський національний агроекологічний університет.

2. Запропоновано на території університету «Левківка» створити дослідне універсальне, модульне господарство, експериментальний підрозділ для сфери органічного виробництва, підготовки висококваліфікованих фахівців.

3. Запропоновано впровадити результати наукових досліджень щодо технологій вермикомпостування відходів сільськогосподарського виробництва, створення нових видів органічних добрив на основі вермикомпостування – біогумусу, відтворення гумусу, створення біологічних стимуляторів росту і розвитку рослин, використання біомаси черв'яків та борошна з неї, вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур.

4. Обґрунтовано впровадження вермикомпостування відходів сільського господарства при органічному виробництві з використанням касетних біореакторів.

5. В результаті проведення лабораторних досліджень розроблені методики біологічного контору вермикультивування при експериментальних дослідженнях і в господарствах. Проведено аналіз результатів експериментальних досліджень.

7. Розроблені технологічна та електрична схеми транспортування подрібненого субстрату та готового біогумусу при вермикомпостуванні з застосуванням касетних секційних біореакторів.

8. Запропоновано приклади впровадження енергоефективних технологій при підтримці органічного виробництва на базі території університету «Левківка».

Список використаних джерел

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
2. Альтернативна енергетика : навч. посібник / [М. Д. Мельничук, В. О. Дубровін, В. Г. Мироненко та ін.]. – К. : Аграр Медіа Груп, 2011. – 612 с.
4. Артиш В. І. Порівняльна оцінка інтенсивного та екологічно чистого ведення сільського господарства В.І. Артиш // Економіка АПК. – 2005. С. 20–23.
5. Ванин Д. Е. Актуальные проблемы современного и будущего земледелия // Земледелие. – 1984. - № 2. – С. 8 – 13.
6. Вовк В. І. Сертифікація органічного сільського господарства в Україні: сучасний стан, перспективи, стратегія на майбутнє / В.І. Вовк // Міжнарод. семінар «Органічні продукти харчування. Сучасні тенденції виробництва і маркетингу». – Львів, 2004. – С. 12 – 20.
7. Головченко Н. М. Роль інтеграції сільськогосподарських підприємств в органічному виробництві України / Н. М. Головченко // Фінансово-бюджетна політика в контексті соціально-економічного розвитку регіонів: міжнар. наук.-практ. конф. – Дніпропетровськ: ДДФА, 2009. – Т. 2. – С. 286.
8. Греков В. О. Сертифікація ґрунтів в органічному виробництві / В. О. Греков, В. М. Панасенко, А.І. Мельник // Агроєкологічний журнал. - 2009. - №3. С. 51–55.
9. Мельник И. А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «биогумус» - Ивано - Франковск: МТ ЦНТИ, 1989. – 40 с.
10. Покровская С. Ф. Вермикюльтура – новый способ переработки органических отходов // Сельскохозяйственная наука и производство / ВНИИТЭИСХ. - 1986.- №2.
11. Скидан О. В. Органічне виробництво як інструмент формування продовольчої безпеки / О. В. Скидан // Органічне виробництво і продовольча безпека : [зб. матеріалів доп. учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф.]. – Житомир : Полісся, 2015. – С. 23–26.

УДК 629.113

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АВТОМОБІЛЯ НА ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЯХ

Б. В. Ємець
к.т.н.

Методом математичного моделювання техніко-експлуатаційних показників автомобіля КамАЗ-5511 під час його роботи на водопаливній емульсії (ВПЕ) встановлено, що показники суттєво знижуються, якщо ВПЕ має концентрацію води більше 5%. У випадку використання ВПЕ для двигуна КамАЗ-740 з концентрацією води 20% наступні показники зменшаться: максимальна швидкість автомобіля КамАЗ-5511 на 8% та максимальна сила тяги цього ж автомобіля на 9%, при цьому збільшиться шлях вибігу з 50 км/год на 26% та час розгону до 60 км/год на 19%.

Ключові слова: автомобіль, водопаливна емульсія, техніко-експлуатаційні показники, моделювання.

Методом математического моделирования технико-эксплуатационных показателей автомобиля КамАЗ-5511 во время его работы на водотопливной эмульсии (ВТЭ) установлено, что эти показатели существенно снижаются, если ВТЭ имеет концентрацию воды более 5%. В случае использования ВТЭ для двигателя КамАЗ-740 с концентрацией воды 20%

следующие показатели уменьшаются: максимальная скорость автомобиля КамАЗ-5511 на 8% и максимальная сила тяги этого же автомобиля на 9%, при этом увеличится путь выбега с 50 км/час на 26 % и время разгона до 60 км/час на 19 %.

Ключевые слова: автомобиль, водотопливная эмульсия, технико-эксплуатационные показатели, моделирование.

Водопаливні емульсії (ВПЕ) - це системи, які складаються з води, що є дисперсною фазою з діаметром крапель від 0,1 до 10 мкм, і палива, що є дисперсним середовищем. ВПЕ, як правило, отримують в гомонізаторах і диспаргаторах. Основний показник якості емульсії є її стабільність, яка забезпечується додаванням до неї поверхнево-активних речовин-емульгаторів. Використання водопаливних емульсій не потребує конструктивних змін дизеля та дозволяє помітно покращити екологічні характеристики таких двигунів [1,4,5].

В праці [3] наведено дані експериментальних випробувань двигуна КамАЗ-740, серійний номер №НО1КТ13141, з використанням водопаливних емульсій в якості палива. В якості емульгатора використані поверхнево-активні речовини, які склалися з азот- та гідровмісних ефірів жирних кислот. Виконані дослідження показали, що під час використання водопаливних емульсій в якості палива ефективна потужність двигуна знижується:

- для ВПЕ з концентрацією води 5% з 128,8 кВт до 124,1 кВт - на 3,6%;
- для ВПЕ з концентрацією води 10% з 128,8 кВт до 119,8 кВт - на 7,0%;
- для ВПЕ з концентрацією води 20% з 128,8 кВт до 116,0 кВт - на 9,9%.

В розрахунку на вуглеводневі складові паливна економічність двигуна КамАЗ-740 під час роботи на ВПЕ покращилась. Так, питома ефективна витрата палива двигуна знижується:

- для ВПЕ з концентрацією води 5% з 241,8 г/кВт·год до 232,5 г/кВт·год - на 3,8%;
- для ВПЕ з концентрацією води 10% з 241,8 г/кВт·год до 238,2 г/кВт·год - на 1,9%;
- для ВПЕ з концентрацією води 20% з 241,8 г/кВт·год до 236,8 г/кВт·год - на 2,1%.

Під час роботи двигуна КамАЗ-740 на ВПЕ з різною концентрацією води димність відпрацьованих газів знижується в 5 - 6 раз, концентрація оксидів вуглецю - на 20 - 25 %, а концентрація оксидів азоту - до 70% [3].

В літературі не наводяться дані тих автомобілів, на яких встановлюється двигун КамАЗ-740 (наприклад, КамАЗ-5511) під час роботи його на ВПЕ. Тому мета цього дослідження є математичне моделювання техніко-експлуатаційних показників автомобіля КамАЗ-5511 з використанням ВПЕ в якості палива для його двигуна.

Об'єктом дослідження стали техніко-експлуатаційні показники роботи автомобіля КамАЗ-5511 на ВПЕ.

Більшість швидкісних техніко-експлуатаційних показників переобладнаного автомобіля або того, який працює на альтернативному паливі (окрім середньої швидкості) можна визначити шляхом розв'язку диференціального рівняння руху автомобіля, яке записується у вигляді [1, інші]:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = P_{кол}(V) - P_{оп}(V, V^2) \pm G_a \cdot \sin \alpha, \quad (1)$$

де M_a – повна маса автомобіля, кг; $\delta_{об}$ – коефіцієнт, який ураховує обертові маси автомобіля; $P_{кол}(V)$ – повна колова сила на ведучих колесах автомобіля, Н; $P_{оп}(V, V^2)$ – сума сил опору руху автомобіля, які залежать від швидкості його руху, Н; $G_a \cdot \sin \alpha$ – сила опору підйому, Н; G_a – сила тяжіння від повної маси автомобіля, Н; α – кут поздовжнього нахилу полотна дороги; V – швидкість руху автомобіля, м/с; dV/dt – прискорення автомобіля, м/с².

Після визначення окремих складових рівняння (1), як правило, набуває вигляду:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i, \quad (2)$$

де коефіцієнти a_i , b_i , c_i визначаються параметрами конструкції автомобіля, його двигуна і передаточних відношень трансмісії.

У розрахунках швидкісних показників автомобіля найбільш традиційним та достатньо точним є використання залежності крутного моменту від кутової частоти обертання колінчастого вала двигуна $M_k = f(\omega)$ у вигляді:

$$M_k = a \cdot \omega^2 + b \cdot \omega + c, \quad (3)$$

де a , b , c - сталі коефіцієнти, котрі визначаються за допомогою інтерполяційної формули Лагранжа:

$$a = \frac{M_{k.min}}{A_{11}} + \frac{M_{k.max}}{A_{12}} + \frac{M_{k.N}}{A_{13}},$$

$$b = \left[\frac{(\omega_{min} + \omega_{max}) \cdot M_{k.min}}{A_{11}} + \frac{(\omega_{min} + \omega_N) \cdot M_{k.max}}{A_{12}} + \frac{(\omega_{max} + \omega_N) \cdot M_{k.N}}{A_{13}} \right],$$

$$c = \left(M_{k.min} \cdot \frac{\omega_{min} \cdot \omega_{max}}{A_{11}} + M_{k.max} \cdot \frac{\omega_{min} \cdot \omega_N}{A_{12}} + M_{k.N} \cdot \frac{\omega_{max} \cdot \omega_N}{A_{13}} \right),$$

де $A_{11} = \omega_{min}^2 - \omega_{min}(\omega_N + \omega_M) + \omega_N \cdot \omega_M$; $A_{12} = \omega_M^2 + \omega_M(\omega_N + \omega_{min}) + \omega_N \cdot \omega_{min}$; $A_{13} = \omega_N^2 + \omega_N(\omega_M + \omega_{min}) + \omega_M \cdot \omega_{min}$; ω_{min} , $M_{k.min}$ - мінімальна стійка кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, та крутний момент, Н·м, при цій кутовій швидкості; $M_{k.max}$, ω_M - максимальний крутний момент двигуна, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що йому відповідає;

$M_{k.N}$, ω_N - крутний момент, Н·м, та кутова швидкість колінчастого вала двигуна, рад/с, що відповідають його максимальній потужності: $\omega_{min} = (0,3 \dots 0,4) \omega_N$.

З урахуванням залежностей $M_k = f(\omega)$ та $V = F(\omega)$ колову силу на ведучих колесах автомобіля традиційно записують [1]:

$$P_{кол.i} = A_i \cdot V^2 + B_i \cdot V + C_i, \quad (4)$$

де

$$A_i = \iota \cdot \frac{U_i^3 \cdot \eta}{r_d r_k^2}, \quad B_i = \iota \cdot \frac{U_i^2 \cdot \eta}{r_d \cdot r_k}, \quad C_i = \iota \cdot \frac{U_i \cdot \eta}{r_d}, \quad (5)$$

де U_i - загальне передаточне число трансмісії автомобіля на i -ій передачі; η_m - коефіцієнт корисної дії трансмісії; r_d та r_k - динамічний радіус та радіус кочення колеса, м.

Після визначення колової сили на ведучих колесах диференціальне рівняння руху автомобіля записують у вигляді:

$$\frac{dV}{dt} \cdot M_a \cdot \delta_{об} = A_i \cdot V^2 + B_i \cdot V + C_i - P_{он}(V, V^2) \pm G_a \sin \alpha \quad (6)$$

Характеристики розгону визначають на горизонтальних ділянках дороги ($\alpha = 0$). Тому, якщо позначити: $a_i = A_i - K_w F$, $b_i = B_i - K_f \cdot M_a \cdot g$, $c_i = C_i - f_0 \cdot M_a \cdot g$,

де K_w - коефіцієнт обтічності, Н·с²/м⁴; F - площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його поздовжній осі, м²; K_f - коефіцієнт, який враховує змінювання опору коченню в залежності від швидкості; f_0 - коефіцієнт опору коченню при швидкостях, близьких до нуля, тоді диференціальне рівняння руху записують у вигляді формули (2).

Після розділу змінних та інтегрування правої і лівої частин рівняння (2) одержують вирази для розрахунку часу розгону автомобіля в діапазоні від початкової швидкості V_n до кінцевої V_k [1]:

$$\tau = M_a \cdot \delta_{об} \cdot \int_{V_n}^{V_k} \frac{dV}{a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i} \quad (7)$$

Даний інтеграл є табличним і вирішується в залежності від знаку дискримінанта Δ . При $\Delta = b_i^2 - 4 \cdot a_i \cdot c_i < 0$,

$$\tau = \frac{2 \cdot M_a \cdot \delta_{об}}{\sqrt{-\Delta}} \arctg \frac{2 \cdot a_i \cdot V + b_i}{\sqrt{-\Delta}} \Big|_{V_n}^{V_k} \quad (8)$$

При $\Delta > 0$ в літературі [1, інші] згадують два інші варіанти розв'язку.

Шлях розгону визначали, як рекомендовано в літературі [1, інші]:

$$S = \frac{1}{2a_i} M_a \cdot \delta_{об} \cdot \ln |a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i|_{V_n}^{V_k} - b_i \cdot \tau \quad (9)$$

Максимальне прискорення в процесі розгону автомобіля на заданій передачі для прийнятих даних визначали, як:

$$j_{\max} = \frac{1}{M_a \cdot \delta_{об}} \cdot \left(c_i - \frac{b_i^2}{4 \cdot a_i} \right) \quad (10)$$

Сила тяги автомобіля визначається в заданих дорожніх умовах і при $dV/dt = 0$ [1]. Тому диференціальне рівняння руху набуває вигляду:

$$a_i \cdot V^2 + b_i \cdot V + c_i + P_c = 0 \quad (11)$$

Максимальну силу тяги автомобіля визначали відповідно до швидкості:

$$V = - \frac{B_i - \zeta_f \cdot M_a \cdot g}{2 \cdot (A_i - \zeta_w \cdot F)} \quad (12)$$

і в цьому випадку вона визначалась, як:

$$P_{\max} = C_i - f_0 \cdot M_a \cdot g - \frac{(B_i - \zeta_f \cdot M_a \cdot g)^2}{4 \cdot (A_i - \zeta_w \cdot F)} \quad (13)$$

Максимальну швидкість визначили шляхом розв'язку рівняння балансу потужності автомобіля, яке записується у вигляді [1, інші]:

$$V_{\max}^3 K_w F + V_{\max}^2 K_f \cdot G_a + V_{\max} f_0 G_a - 000 N_e \eta_m = 0, \quad (14)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт.

Всі наведені показники характеристики автомобіля КамАЗ-5511 під час роботи на ВПЕ визначено шляхом інтегрування диференційного рівняння руху автомобіля, яке записано формулою (2). При цьому, окрім вищезгаданих параметрів, в розрахунках прийнято наступні дані технічної характеристики автомобіля КамАЗ-5511: K_w – коефіцієнт обтічності, $K_w = 0,65 \text{ Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^4$; F – площа проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його поздовжній осі, $F = 5,2 \text{ м}^2$; f_0 – коефіцієнт опору коченню при швидкостях, близьких до нуля $f_0 = 0,02$ (отримані дані для автомобіля КамАЗ-5511 в табл. 1).

Таблиця 1

Техніко-експлуатаційні показники роботи автомобіля КамАЗ-5511 на різних видах палива

Вид палива	Максимальна швидкість, м/с	Максимальна сила тяги, Н	Максимальне прискорення, м/с ²	Шлях вибігу з 50 км/год, м	Час розгону до 60 км/год, с
Дизельне паливо	22,1	49337	0,79	734	42,3
ВПЕ з концентрацією води 5%	21,5	48691	0,71	794	44,5
ВПЕ з концентрацією води 10%	21,0	46315	0,61	880	47,3
ВПЕ з концентрацією води 20%	20,3	46003	0,57	991	51,4

Аналіз табл. 1 показує, що суттєво техніко-експлуатаційні показники знижуються у випадку, якщо ВПЕ має концентрацією води більше 5%. На рис. 1 показано, у порівнянні, час розгону автомобіля КамАЗ-5511 на різних видах палива.

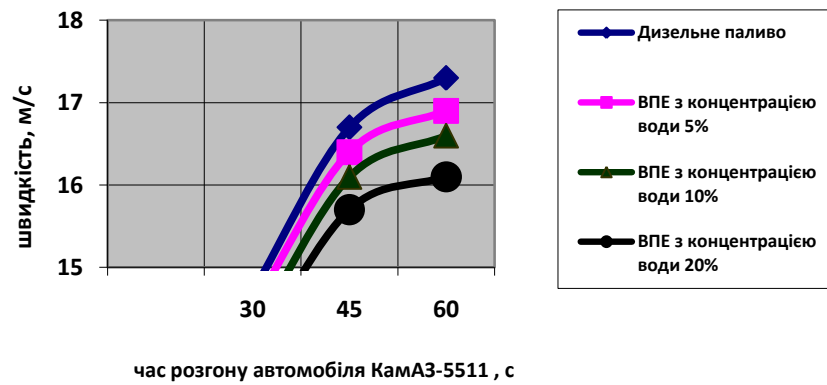


Рис. 1. Порівняння часу розгону автомобіля КамАЗ-5511 на різних видах палива

Попередньо порівняно отримані дані з продуктивності автомобіля КамАЗ-5511 під час роботи на ВПЕ з показниками продуктивності цього ж автомобіля на дизельному пальному (табл. 2) за допомогою моделі:

$$\begin{cases} z = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_n \cdot x_n \\ x_1 + \dots + x_n \leq F \\ a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq R_{a1} \\ a_{k1} \cdot x_1 + \dots + a_{kn} \cdot x_n \leq R_{ak} \\ 0 \leq x_1 \leq c_1 \cdot F \\ 0 \leq x_n \leq c_n \cdot F \end{cases} \quad (15)$$

де z – цільова функція, яка визначає основний критерій оптимальності – максимізацію продуктивності автомобіля; p_1, \dots, p_n – продуктивність автомобіля на різному пальному; F – фонд часу експлуатації визначеної множини автомобілів; x_1, \dots, x_n – частина фонду часу F ; c_1, \dots, c_n – граничні обмеження часу експлуатації автомобіля на різному пальному; R_{a1}, \dots, R_{ak} – загальний енергетичний ресурс різних видів енергоджерел;

$\begin{pmatrix} a_{11}, \dots, a_{1n} \\ a_{k1}, \dots, a_{kn} \end{pmatrix}$ – загальна енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації.

Таблиця 2

Продуктивність автомобіля КамАЗ-5511 під час роботи на різних видах палива

Вид палива	Енерго-еквівалент палива, МДж/100км	Енерго-затрати експлуатації, МДж/год	Середня продуктивність, т/год.
ВПЕ з концентрацією води 20%	1062	8,4	8,7
Дизельне пальне	987	7,8	9,1

Аналіз табл. 2 показує, що теоретично визначена середня продуктивність автомобіля КамАЗ-5511 при роботі на ВПЕ з концентрацією води 20% лише на 4% менша, ніж теоретична середня продуктивність роботи цього ж автомобіля на дизельному пальному. Але є необхідність в подальшому експериментальному підтвердженні адекватності теоретичного моделювання.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Частина техніко-експлуатаційних показників автомобіля, який працює на ВПЕ, можна визначити шляхом розв'язку диференціального рівняння руху автомобіля.
2. Техніко-експлуатаційні показники автомобіля КамАЗ-5511 під час його роботи на ВПЕ суттєво знижуються, якщо ВПЕ має концентрацію води більше 5%.
3. У випадку, коли у якості палива для двигуна КамАЗ-740 використати ВПЕ з концентрацією води 20%, то зменшаться: максимальна швидкість автомобіля КамАЗ-5511 на

8% та максимальна сила тяги цього ж автомобіля на 9%, а також збільшаться: шлях вибігу з 50 км/год на 26% та час розгону до 60 км/год на 19%.

4. Є необхідність в подальшому експериментальному підтвердженні адекватності теоретичного моделювання.

Список використаних джерел

1. Ємець Б.В. Моделювання показників тягово-швидкісних властивостей автомобіля під час його роботи на водопаливних емульсіях / Б.В. Ємець, С.В. Пустовіт, О.С. Поліщук, Л. В. Ємець // Вісник ЖНАЕУ. – 2016. - №1. – С 317-324.
2. Иванов А.С. Водотопливная эмульсия для двигателей внутреннего сгорания / А.С. Иванов // Вестник Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина. – 2009. - № 4. – С. 66-67.
3. Морозов Л.С. Технический акт по определению топливно-мощностных и экологических характеристик двигателя КамАЗ-740 с применением водотопливной эмульсии в качестве топлива / Л.С. Морозов. - Санкт-Петербург, 1998. – 12 с.
4. Парсаданов И.В. Применение водотопливной эмульсии в автотракторном дизеле. Экологическая эффективность / И.В. Парсаданов // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. - №2. – С. 118-121.
5. Столярчук Л.В. Влияние способа подачи воды в цилиндр на экономичность и экологические показатели дизельного двигателя / Л.В. Столярчук, Е.Г. Черновец, А. Ю. Асанов // Двигателестроение. – 2008. - № 4. – С. 52-55.

УДК: 621.1.016.4

КАВИТАЦІЙНІ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРИ

О. В. Коновалов

ст.викладач

А. В. Пшенишна

магістрант

Проведено аналіз електротеплогенеруючих установок систем гарячого водопостачання підприємств АПК. Встановлено, що застосування кавітаційних теплогенераторів є перспективним напрямом підвищення надійності систем та зниження затрат на їх спорудження. Запропоновано технічні рішення спрямовані на отримання інтенсивної кавітації, що сприяє підвищенню ККД пасивних теплогенераторів.

Ключові слова: теплогенератор, кавітація, сопло Лавалю, активатор.

Проведен анализ электротеплогенерующих установок систем горячего водоснабжения предприятий АПК. Установлено, что применение кавитационных теплогенераторов является перспективным направлением повышения надежности систем и снижения затрат на их сооружение. Предложены технические решения направлены на получение интенсивной кавитации, что способствует повышению КПД пассивных теплогенераторов.

Ключевые слова: теплогенератор, кавитация, сопло Лавалю, активатор.

Постановка проблеми

Висока енергозатратність процесів отримання гарячої води і пари, що пов'язано зі значною їх витратою в різноманітних технологічних процесах, потребує розробки і застосування ефективних та високо надійних електротеплогенеруючих установок. Для отримання гарячої води і пари на сучасних сільськогосподарських підприємствах найчастіше застосовується елементні та електродні теплогенеруючі установки та в незначній мірі індукційні. Елементні та електродні установки мають досить високі ККД (до 95%), але мають і суттєві недоліки, до яких можна віднести утворення накипу на поверхні ТЕНів та робочих електродів, що зменшує потужність обладнання. Крім цього, трифазні електродні установки досить небезпечні при обслуговуванні, що пов'язано з появою високого потенціалу на металевому корпусі робочої камери при неповнофазному режимі живлення. Зміни питомого

опору води при її нагріванні вимагають обладнання електродних водонагрівачів пристроями регулювання потужності, що ускладнює і здорожує їх конструкцію. Також вода забруднюється продуктами електрохімічних реакцій (окисли металу електродів), що обмежує її використання для питних потреб. Елементні водонагрівачі швидко виходять з ладу при відсутності води.

Розроблення та впровадження у виробництво теплогенеруючих установок, робота яких базується на використанні явища кавітації, дозволить підвищити надійність та ефективність систем гарячого водопостачання, створити безпечні умови праці для обслуговуючого персоналу.

Аналіз останніх досліджень

При всьому різноманітті існуючих схем кавітаційних теплогенераторів можливо виділити три конструктивні різновиди теплогенераторів:

- Пасивні тангенціальні;
- Пасивні аксіальні;
- Активні.

До пасивних відносяться кавітаційні теплогенератори (КТГ) статичного типу, що не містять рухомих частин в пристроях формування потоку рідини. Вони розрізняються за характером введення потоку в робочу камеру - тангенціальному або аксіальному.

У пасивних тангенціальних КТГ завихрувач виконується у вигляді равлика, що підводить потік холодної рідини від насоса до периферії циліндричної вихрової камери. У камері потік закручується і рухається до осьового вихідного патрубку, перед яким гальмується спеціальним пристроєм. В процесі вихрового руху і гальмування рідини в робочій камері створюється особлива зона, в якій рідина нагрівається і потім надходить у вихідний патрубок.

У пасивних аксіальних КТГ використовуються різні діафрагми з циліндричними, конічними, щілиноподібними або спіральними отворами, з одним і більш отворами, з однією або декількома послідовно встановленими перегородками і т.п. До активних відносяться КТГ, в яких механічна активація робочого тіла відбувається в результаті впливу на рідину рухомих активаторів – обертових, коливальних або таких, що здійснюють складний рух.

Холодна рідина, яка подається у вхідний патрубок КТГ активного типу закручується обертовим активатором і прискорюється. Нагрівання рідини відбувається в процесі руху в бік нерухомого гальмівного пристрою, на якому потік загальмовується. Через вихідний патрубок гаряча рідина подається до споживача.

Різновиди активних КТГ відрізняються між собою конструкціями активаторів і гальмівних пристроїв. Активатори можуть виконуватися у вигляді турбін, тіл обертання з поздовжньо профільованими поверхнями, перфорованих циліндричних або конічних барабанів, односпрямованих або протилежно обертових перфорованих дисків та ін.

КТГ активного типу, забезпечують більш ефективний нагрів рідини (більший перепад температур на вході і виході за один прохід при інших рівних умовах) ніж пасивні, але потребують значних частот обертання ротора. Їх конструкція вимагає досить високої точності виготовлення та балансування ротора. До того ж доводиться вирішувати питання ущільнення вала ротора. З вищесказаного випливає, що ресурс подібних установок не великий. По мимо всього іншого, робота роторних теплогенераторів супроводжується підвищеним шумом.

Статичний кавітаційний теплогенератор не містить обертових частин в конструкції кавітатора. Для створення кавітаційних процесів застосовуються різні види сопел. Найбільш часто використовується так зване сопло Лавалля.

Конструкція статичного теплогенератора не вимагає високої точності виготовлення деталей. Механічна обробка при виготовленні цих деталей зводиться до мінімуму в порівнянні з роторною конструкцією. Завдяки відсутності обертових частин легко вирішується питання ущільнення сполучених вузлів і деталей. Балансування також не потрібне. Термін роботи статичного кавітатора значно більше ніж роторного. Виходячи з критерію надійності та безпечної експлуатації обладнання доцільно застосовувати в системах теплопостачання статичні теплогенератори та вирішувати задачу підвищення їх ККД.

Ефективність дії кавітатора за різних параметрів кавітувальних елементів оцінюється за значенням енергетичного (теплого) коефіцієнта корисної дії (ККД) та інтенсивністю генерування бульбашок.

Величину ККД можна визначити за рівнянням:

$$\eta = \frac{W_B}{W_H} * 100\% = \frac{\frac{mc\Delta T}{\tau}}{W_H} * 100\% = \frac{mc\Delta T}{W_H * \tau} * 100\% \quad (1)$$

де W_B – теплова потужність, Вт; W_H – потужність насоса, Вт; m – маса води у контурі, кг; c – теплоємність води, Дж/(кг·К); ΔT – різниця температур води, К; τ – тривалість кавітаційного оброблення води, с.

Генерування бульбашок відбувається при умові, що радіус кавітаційної бульбашки R_0 відповідає критичному радіусу зародка кавітації R_{KP} .

Критичний радіус зародка кавітації залежить від перепаду тиску рідини на кавітаторі і визначається за формулою:

$$R_{KP} = \frac{2\sigma}{|\Delta P|} \quad (2)$$

де σ – поверхневий натяг води, Н/м; ΔP – перепад тиску рідини на кавітаторі, Па.

Виходячи з цього, необхідно забезпечувати досить високі перепади тиску на вхідному і вихідному отворах кавітатора, які визначаються напором насоса і площею поперечного перерізу звуження кавітатора та зменшувати тривалість кавітаційного оброблення води за рахунок високої інтенсивності генерування бульбашок.

Мета дослідження – визначити напрями підвищення кавітаційної здатності пасивних теплогенераторів і відповідно їх ККД.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі: виявити переваги і недоліки активних і пасивних кавітаційних теплогенераторів, визначити, які різновиди пристроїв забезпечують більш інтенсивну кавітацію від якої в значній мірі залежить ефективність перетворення механічної енергії в теплоту. Визначити основні напрями та технічні рішення спрямовані на досягнення поставленої мети.

Результати досліджень

Доцільним є розроблення пасивних кавітаційних теплогенераторів, які поєднують в собі переваги активних і пасивних теплогенераторів, а саме забезпечують інтенсивну кавітацію рідини. Кавітаційну здатність сопла класичного типу (сопло Лавалю) можливо збільшити за рахунок завихрення потоку рідини в дифузорі, що досягається тангенціальним введенням додаткових струменів рідини в його передню частину (рис.1).

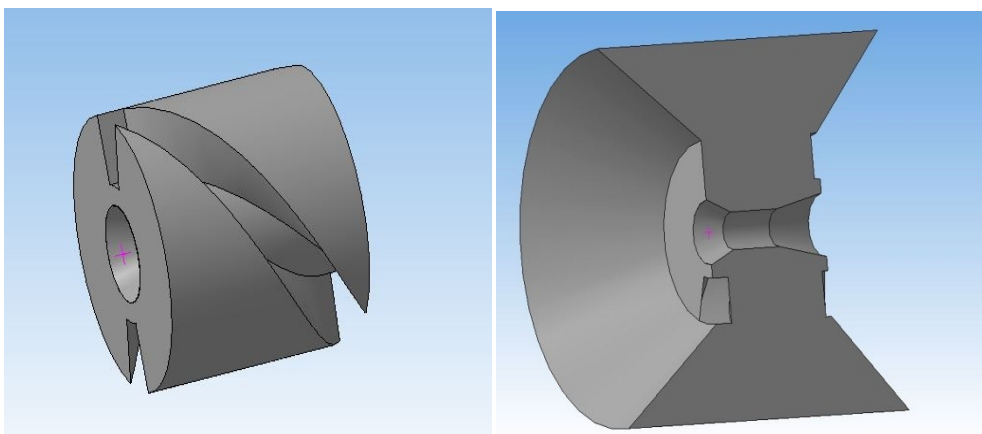


Рис. 1. Кавітатор з тангенціальним та аксіальним введенням струменів води в дифузор

При надходженні в дифузор рідини по аксіальному та гвинтовим каналам сформуються струмені з різними швидкостями, що призведе до виникнення в рідині локальних зон з різними тисками. Це спонукає значне завихрення рідини і викликає підвищення інтенсивності кавітації.

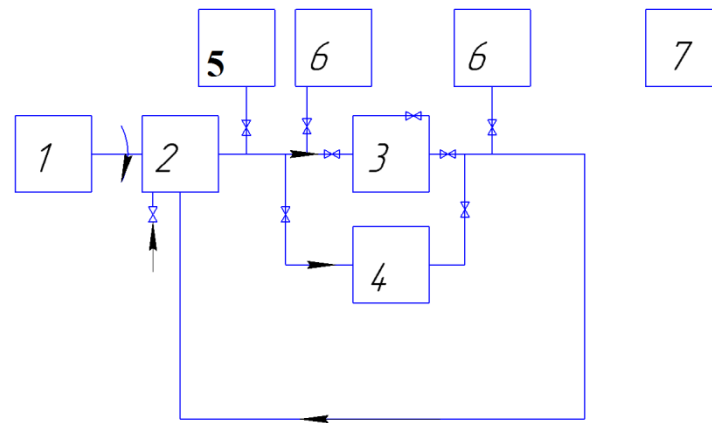


Рис.2. Схема установки для дослідження кавітаторів:

- 1 - електродвигун; 2 - водяний насос; 3 - кавітатор класичного типу (сопло Лавалля).
4 - кавітатор з гідродинамічним завихренням потоку (рис. 1); 5 – термометр; 6 – манометр;
7 – хронометр.

Дослідження пасивних кавітаторів (рис.2) виявило, що кавітатор запропонованої конструкції (рис.1) за однаковий час роботи нагріває воду до вищої температури ніж кавітатор класичного типу (рис.3) при ідентичних умовах роботи.

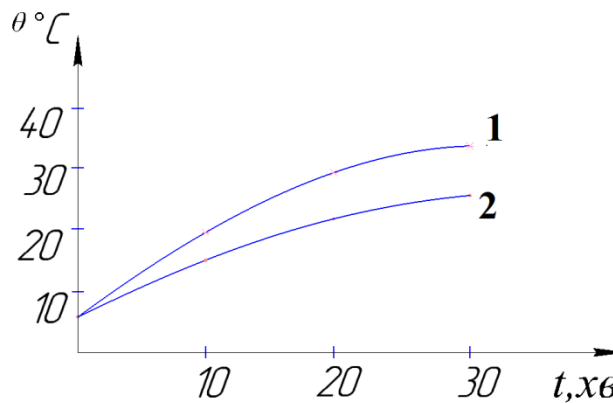


Рис.3. Зміни температури нагрітої води в контурі циркуляційного типу:

- 1- температура води при роботі кавітатора з завихрювачем;
2- температура води при роботі кавітатора класичного типу.

Таким чином, запропонована конструкція кавітатора є перспективною, оскільки має кращу кавітаційну здатність ніж конструкція кавітатора класичного типу.

Висновки

Активні теплогенератори, що представлені на сучасному ринку, більш ефективні за теплоутворенням ніж пасивні, але мають низьку надійність, велику складність виготовлення та більш шумні в роботі.

Кавітаційна здатність пасивного теплогенератора, а отже і ефективність його роботи, при визначеному напорі насоса визначається конструкцією сопла. Сучасні конструкції сопел, що пропонуються різними виробниками та дослідниками поки що не забезпечують такого рівня теплопродуктивності, який мають активні теплогенератори.

Підвищення кавітаційної здатності пасивних теплогенераторів можливо досягти за рахунок створення вихрових потоків, що досягається тангенціальним введенням в дифузور струменів рідини.

Список використаних джерел

1. Пирсол И. Кавитация. Пер. з англ. Ю. Ф. Журавлева. /И. Пирсол// -М.:«Мир», 1975. - 95 с.
2. Федоткин И. М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности (теория, расчёты и конструкция кавитационных аппаратов). Ч.1./ И.М., Федоткин, И.С Гулый. // — К.:Полиграфкнига, 1997. — 940 с.

3. Федоткин И.М., Использование кавитации в технологических процессах / И.М. Федоткин, А.Ф. Немчин.// - Вишняя школа.:1984.- 68с.
4. Перник А. Д. Проблемы кавитации. /А. Д. Перник //- Л.:Судостроение, 1966. - 435 с.
5. Рождественский В.В. Кавитация. /В.В. Рождественский// - Л.: Судостроение, 1977. - 248с.
6. <http://www.energy-saving-technology.com/page-ru/statij/stat-osipenkoru.html>
7. http://jtdigest.narod.ru/dig4_02/energ.htm
8. <http://jtdigest.narod.ru/kollektion/energ2.htm>

УДК 631.3:628.8

МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ОБМЕРЗАННЯМ ПЛАСТИН РЕКУПЕРАТОРІВ У ХОЛОДНУ ПОРУ РОКУ

О. О. Лавріщев
аспірант

Наведено загальні відомості про проблеми експлуатації рекуператорів викидного повітря в холодну пору року та існуючі методи боротьби з обмерзанням рекуператорів.

Приведены общие сведения про проблемы эксплуатации рекуператоров выходящего воздуха в холодное время года и существующие методы борьбы с обмерзанием рекуператоров.

Проблема. Використання теплоти викидного повітря для підігрівання припливного холодного повітря активно використовується в рекуператорах. В холодну пору року виникає проблема часткового обмерзання пластин рекуператора, що призводить до зменшення ефективної площі рекуперації та може призвести до руйнування самого пристрою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних літературних джерелах розглядають утилізацію тепла вентиляційного повітря за допомогою роторних і пластинчастих рекуператорів [1], основним недоліком яких є обмерзання теплообмінника у зимовий період. В якості матеріалу теплообмінника може використовуватися ультратонка полімерна мембрана або спеціально оброблений папір, основна перевага якого є утилізація явного і прихованого тепла витяжного повітря [2]. Властивості нових матеріалів не дають утворюватися шару криги на поверхні пластин.

Мета досліджень – аналітичний огляд методів боротьби з обмерзанням пластин рекуператорів викидного повітря в сільськогосподарських підприємствах в холодну пору року.

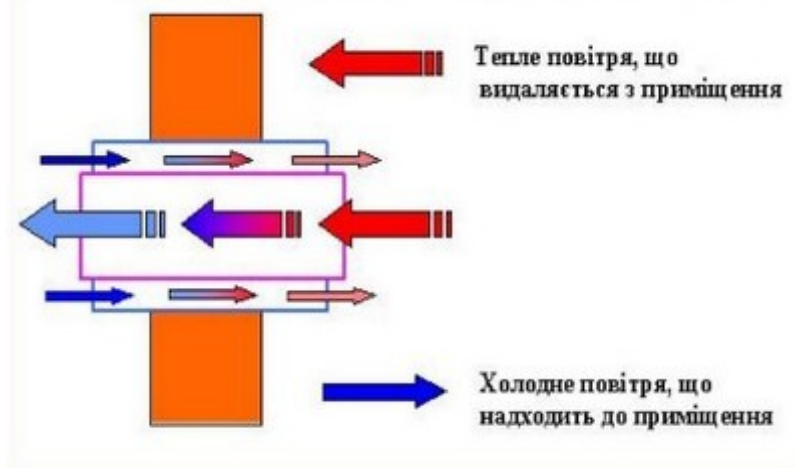
Результати досліджень. В останній час на теренах України досить активно проектується та впроваджуються енергоефективні технології. Системи енергозбереження можливо поділити на пасивні та активні. Ресурс новітніх методів в пасивних системах енергозбереження практично вичерпаний та й ефективність їх використання недостатня. Виходячи з вищезазначеного слід звернути увагу на перспективні рішення, які є можливим реалізувати в системах активного енергозбереження.

За основу в системах активного енергозбереження покладено рекуперацію та утилізацію вторинних енергетичних ресурсів. Використання рекуператорів теплоти (Мал.1) викидного повітря в холодну пору року стикається з проблемою часткового обмерзання робочих поверхонь пристрою.

При розгляді методів боротьби з обмерзанням слід відзначити вже апробовані та використовуємі, а саме - підігрів припливного повітря, регулювання масового співвідношення повітряних потоків на припливній стороні і витяжці, розморожування теплообмінників, зменшення теплопередачі.

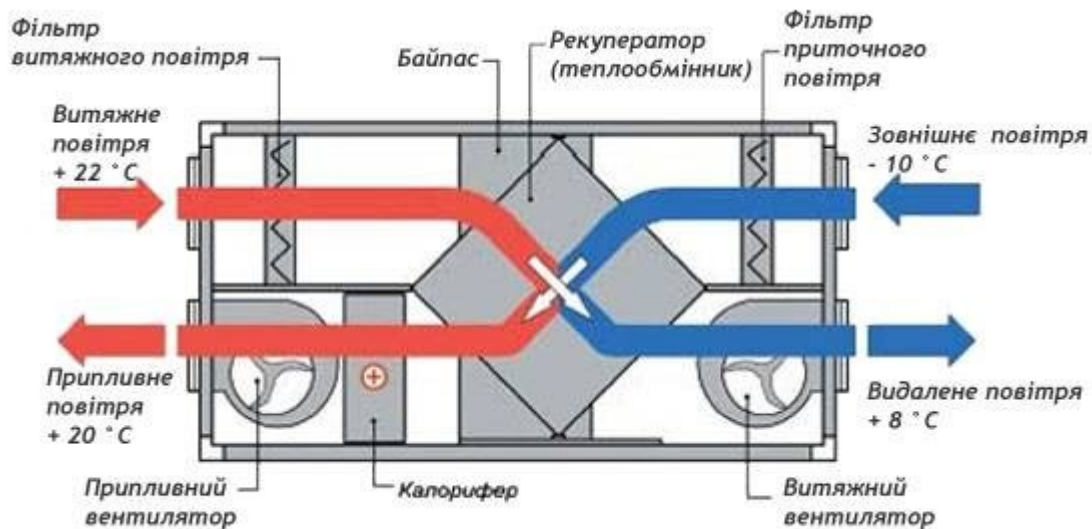
Підігрів припливного повітря легко реалізується за рахунок змішування холодного припливного та теплого повітря, що видається, або за рахунок використання додаткових електричних нагрівачів. Підігрів припливного повітря слід проводити на величину "холодного кута". Слід відзначити, що ряд науковців вважають не доцільним таке рішення для

використання на виробництві, оскільки воно пов'язане із значним ускладненням будови та додатковими експлуатаційними витратами [3].



Мал. 1. Схема принципу дії повітряного рекуператора.

Регулювання масового співвідношення повітряних потоків на припливній стороні і витяжці полягає у зменшенні кількості холодного припливного повітря, до значень при яких не відбувається переохолодження повітря, що видаляється і таким чином не відбувається обмороження. Для досягнення цього масове співвідношення повітряних потоків m_2 / m_1 не повинно перевищувати 0.5. Це пов'язано з тим, що на витяжці повітря завжди значно прохолодніше на вихідному перерізі у порівнянні із вхідним. Практичною реалізацією цього методу є встановлення байпасу (Мал.2). Слід відзначити, що таке технічне рішення має недостатню ефективність, так як значна частина припливного повітря проходить крізь байпас, тобто не проходить крізь теплообмінник, відповідно значно зменшується ефективність рекуператора.



Мал. 2. Схема рекуператора з використанням байпасу.

Розморозжування теплообмінників передбачають можливість їх обмороження з наступним відтаюванням шляхом зміни режиму роботи - розмороження всього теплообмінника, часткове розмороження.

Розмороження всього теплообмінника полягає у відключенні припливного повітря при досягненні певної величини обмороження. Відповідно по теплообміннику буде проходити тільки тепле повітря, що викидається у навколишнє середовище і через це він і буде розморожений. Час відключення припливного холодного повітря, який необхідний для розмороження, сягає від 3 до 5 хвилин.

Часткове розмороження передбачає значно складнішу конструкцію теплообмінника, а саме - наявність на припливній стороні великої кількості окремо керованих багатопелюсткових клапанів повітря. Розмороження відбувається посекційно, за рахунок окремого перекриття клапанами визначених припливних повітряних потоків. Такий метод розмороження є ефективним, але система керування значно ускладнена у порівнянні з попереднім методом повного розмороження.

Зменшення теплопередачі передбачає профілювання пластин таким чином, щоб максимально зменшити коефіцієнт теплопередачі в "холодному куті". Однак, в такому випадку неможливо здійснювати керування і регулювання, що обмежує використання методу та забезпечує зменшення температури обмороження до певних значень. Метод не є ефективним при значних коливаннях температур.

Висновок: Розглянуто існуючі технічні рішення по запобіганню обмерзання поверхонь пластин рекуператорів в холодну пору року та відзначено їх основні переваги та недоліки.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку: Перспективним є удосконалення існуючих теплоутилізаторів викидного повітря за рахунок використання сучасних технологій та матеріалів, що запобігають обмерзання робочих поверхонь.

Список використаних джерел

1. Справочник по теплообменникам: В2 т. Т. 1 / Пер. с англ. под ред. Б.С.Петухова, В.К.Шикова. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 560 с.: ил.
2. R. Besant, C. Simonson, Air-to-Air Exchangers ASHRAE Journal April 2003 pp. 42-50
3. Панова Т.В. Разработка и обоснование параметров приточно-вытяжного утилизатора тепла для улучшения микроклиматических условий в животноводческих помещениях: диссертация кандидата технических наук: 05.20.01 / Панова Татьяна Васильевна. – М., 2011.–187 с.

УДК 62-83

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

С. П. Шафарчук
викладач

У роботі показано оцінку сучасних ролі та місця відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії в національному енерговиробництві. Окреслено перспективи їх подальшого розвитку та освоєння в Україні.

Ключові слова: альтернативна енергетика, нетрадиційні та відновлювані джерела енергії, енергетичний потенціал.

В работе показана оценка современных роли и места восстанавливаемых и нетрадиционных источников энергии в национальном энергопроизводстве. Очерчено перспективы их дальнейшего развития и освоения в Украине.

Ключевые слова: альтернативная энергетика, нетрадиционные и восстанавливаемые источники энергии, энергетический потенциал.

Альтернативна енергетика покликана сприяти вирішенню, передусім, двох важливих проблем – енергоефективності та екологічної безпеки. Україна володіє значним потенціалом як енергії вітру, так і сонячної енергії та біомаси. Технічно досяжний потенціал вітроенергетики України перевищує аналогічний показник сусідніх країн ЄС, таких як Польща, Болгарія та Румунія, а потенціал сонячної енергетики в Україні є навіть вищим, аніж в Німеччині. Україна займає 29-те місце з 36 країн світу, найбільш привабливих для інвестування у відновлювані джерела енергії [1]. Тому на думку авторитетних експертів, Україні варто домагатися повного переходу на відновлювані джерела до 2030 року. В зв'язку

з цим здійснюється пошук нових і вдосконалення існуючих технологій, виведення їх на економічно ефективний рівень та розширення сфер використання.

Не зважаючи на відносну малу швидкість вітрів у більшості регіонів України енергетичний потенціал їх доволі значний. Кінетична енергія вітрів, що дмуть протягом року над Україною, перевищує нинішнє виробництво електроенергії в нашій країні в 150 разів, а ресурси, які можна використати при сучасному рівні розвитку вітротехніки, перевищують ці обсяги вдвічі.

Для використання енергопотенціалу вітру в Україні потрібно розробити енергетичні вітрові електроустановки в широкому діапазоні потужностей: від 100 кВт до 1 МВт [2].

Необхідність розвитку геліоенергетики визначається більшим на 2 порядки її потенціалом у порівнянні з потенціалом енергії вітру. Річна сумарна сонячна радіація на горизонтальну поверхню на території України становить 3300-5200 МДж/м².

Попередні оцінки показують, що геотермальні ресурси лише в південних районах країни еквівалентні запасам у 600 – 700 млн. кВт (якщо глибини свердловин сягатимуть до 7 км), що дає можливість забезпечити теплопостачанням комунально-житлові, промислові та сільськогосподарські підприємства.

Геотермальна енергія для України є незвичайним джерелом енергії. Багатьма вона не сприймається як величезний, доступний для сьогоdnішнього рівня розвитку техніки резерв енергії, крім того ще й економічно рентабельний для використання.

Нині є очевидним, що в умовах рівнинної території України спорудження великих ГЕС недоцільне, бо призводить до затоплення значних площ високопродуктивних сільськогосподарських угідь і завдає великої шкоди довкіллю. Подальший розвиток гідроенергетики можливий за рахунок малих рік, потенціал яких учетверо більший за потенціал великих рік України. За рахунок малих рік можна отримувати щороку до 50 млрд кВт·годин електроенергії.

Теплонасосні установки доцільно впроваджувати у випадках існування низькотемпературних джерел теплоти. Їх використовують для штилювання «теплових відходів» різних виробництв, а також для вилучення енергії з навколишнього середовища. Сферами можливого застосування їх є енергетика, теплообмін у технологічних процесах, гаряче водопостачання, холодильні установки, опалення та кондиціонування житлових і виробничих приміщень. Вилучаючи енергію з «теплових відходів» чи довкілля, теплові насоси не створюють додаткової енергії, а лише трансформують її.

За рахунок видобутку шахтного метану вирішується низка важливих проблем не лише регіонального рівня, а й загальнодержавного: відбувається дегазація шахт, зменшуються викиди метану в атмосферу, отримані ресурси використовуються для теплопостачання, виробництва електроенергії тощо. За допомогою залучення інвестицій (у т.ч. іноземних інвесторів) і використовуючи сучасні та перспективні технології видобуток шахтного метану в Україні упродовж 2017-2030 р.р. можна було б довести до 6-9 млрд.м³ на рік, що еквівалентно 5 млн тонн умовного палива [3].

Впровадження інноваційних технологій виробництва синтетичного газу та твердого палива методом піролізу дозволяє переробляти різні матеріали й адаптувати їх до використання в якості палива: біологічні відходи, тверді побутові відходи, відходи вуглезбагачення тощо. Зазначена технологія дозволяє значно зменшити навантаження на екологію регіону, уникаючи викидів діоксину в атмосферу.

Щосекунди на нашій планеті відбувається від 1500 до 2800 грозових розрядів. Сумарна потужність яких протягом року удвічі перевищує потужність нинішньої світової енергетики. На жаль, це потужне джерело енергії не використовується людством.

Між землею й небом різниця потенціалів становить 4 млн. В. Заряд акумулюється в нижній частині грозової хмари в такій кількості, що її негативний потенціал сягає десятків мільйонів Вольт. Б'є блискавка й переносить частину заряду на землю. Сила струму блискавки може досягати 200 тис. Ампер. Середня потужність блискавки становить 20 млн кВт. Використання цієї енергії – один з можливих шляхів виходу нашої цивілізації з

енергетичної та екологічної кризи, оскільки йдеться про використання природного поновлювального енергетичного джерела.

Висновок. Таким чином, Україна має великий потенціал використання нетрадиційних і відновлювальних джерел енергії як за кількістю альтернативних енергетичних джерел, так і за масштабом їх упровадження в систему енергозабезпечення регіону. Особливості промислових господарств регіонів надають широкі можливості для використання техногенних продуктів – викидів теплової енергії на промислових підприємствах, горючого газу на вуглевидобувних підприємствах, відходів промислового, сільськогосподарського та побутового походження, твердих побутових відходів (ТПВ) та продуктів їх переробки, а також виробництва альтернативної енергії з відходів сільського господарства. Природні чинники окремих регіонів країни дозволяють широко використовувати цілу низку ВДЕ – енергію вітру, сонця, ґрунту та ґрунтових вод, грозових розрядів, надр землі, що дасть нам змогу стати володарями екологічно чистої енергії. Використання відновлюваних джерел енергії дозволяє створювати нові робочі місця, а також зупиняти вимивання коштів на закупівлю викопних енергоносіїв за кордоном – таким чином, відновлювана енергетика стабілізує економіку.

Список використаних джерел

1. Шевцов А.І., Бараннік В.О. Енергетична безпека в контексті нових світових викликів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.db.niss.gov.ua/monitor/comments.php.Catid/>
2. Чекаленко Л. ЄС - Україна: енергетична залежність. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.viche.info/journal/>
3. Енергетична безпека: це виклик тільки для ринків чи для стратегічних кіл також? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.nato.int/cps/uk/natolive/>

УДК 621.316

ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ НА 2017 РІК

М. В. Дурас
аспірант

Наведено загальні відомості про джерела вироблення електричної енергії в Україні. Різні станції енергозабезпечення мають свої переваги і недоліки, особливо, зважаючи на політичну ситуацію та стан енергетики у світі.

Ключові слова: Нетрадиційні джерела енергії, АЕС, ТЕС, ГЕС.

Приведены общие сведения про источники производства электрической энергии в Украине. Различные станции энергообеспечения имеют свои преимущества и недостатки, особенно учитывая политическую ситуацию и состояние энергетики в мире.

Ключевые слова: Нетрадиционные источники энергии, АЭС, ТЭС, ГЭС.

На даний час електричною енергією територію України забезпечують наступні види електростанцій:

- Атомні (АЕС)
- Теплові (ТЕС)
- Теплоелектроцентралі (ТЕЦ)
- Нетрадиційні джерела енергії (СЕС, ВЕС, біоелектростанції).

Для аналізу джерел енергозабезпечення України та наглядного розуміння яку кількість енергії необхідно задовольняти у сучасних умовах приведемо деякі статистичні дані. Порівнюючи дані діаграми на рис. 1 бачимо, що більшість енергії виробляється за допомогою АЕС, далі ГК ТЕС, ТЕЦ, ТЕС, ГАЕС, а блок-станції та нетрадиційні джерела займають в рівній кількості по 1 % в загальній структурі енергопостачання на 2017р.

Аналізуючи дані структур виробництва електроенергії в об'єднаній енергосистемі України за січень-лютий 2016 та 2017років можна зробити висновки, що у порівнянні з 2016

роком у 2017 році зросло виробництво електроенергії на ГК ТЕС, ТЕС, ГАЕС, але відбувся спад на АЕС, ТЕЦ, ВЕС, СЕС [1].

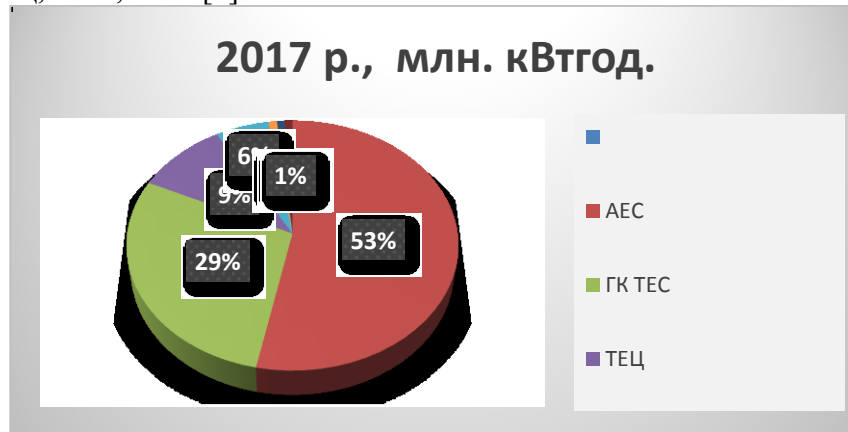


Рис. 1. Діаграма розподілу вироблення енергії.

Обираючи напрям розвитку потрібно зважати на переваги та недоліки кожної галузі розвитку.

У більшості вищезгаданих джерел, особливо в АЕС [2], наявно багато проблем у різних областях, які потребують вирішення у найближчий час.. Оскільки АЕС забезпечує більшість потреб країни, то відмовитись від них та швидко переорієнтуватися на відновлювальні джерела, як це робить Німеччина, не є можливим на сьогоднішній день через брак коштів. Однак, є можливим та більш прийнятним вжити заходів щодо заміни технологій АЕС та поступово паралельно з цим нарощувати потенціал нетрадиційних джерел енергозабезпечення. Політична ситуація ускладнює задачі щодо забезпечення України паливом, проте це змушує шукати шляхи переходу на інші види палива та забезпечує сприяння швидшого розвитку СЕС та ВЕС за допомогою створенню державою лояльніших умов «зеленого тарифу» та пошуку інших заходів.

Список використаних джерел

1. "Интерфакс-Украина" Производство электроэнергии в Украине за 2 мес. 2017 г. увеличилось на 3.6% [Електронний ресурс]/ "Интерфакс-Украина"// Энергетика Украины:UA Energy - Режим доступа: <http://uaenergy.com.ua/post/28498/proizvodstvo-elektroenergii-v-ukraine-za-2-mes-2017-g/> (14.03.2017 :: 16:00) - [Электрoенергетика](#)
2. Які недоліки и достоїнства АЕС? [Електронний ресурс]/ - Режим доступа: <http://vidpo.net/jaki-nedoliki-i-dostoinstva-aes.html>

УДК 620.92:631.371

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

О. В. Медведський

К.Т.Н.

В. Р. Білецький

К.Т.Н.

Н. П. Вензовська

викладач

Тепловий насос – це універсальний прилад, що забезпечує виконання трьох операцій – опалення, гаряче водопостачання та кондиціонування.

Основна відмінність теплового насосу від всіх інших джерел тепла полягає у виключній можливості використовувати безкоштовну поновлювану низькотемпературну енергію навколишнього середовища. Близько 75–80 % від потужності, яку видає тепловий насос, фактично

«викачується» з навколишнього середовища, використовуючи розсіяну енергію ґрунту, води та повітря. І тільки 20–25 % енергії необхідно затратити для роботи самого теплового насоса.

Ключові слова: тепловий насос, ефективність, тепlopостачання, джерело теплоти.

Тепловой насос - это универсальный прибор, обеспечивающий выполнение трех операций - отопление, горячее водоснабжение и кондиционирование.

Основное отличие теплового насоса от всех остальных источников тепла заключается в исключительной возможности использовать бесплатную возобновляемую низкотемпературную энергию окружающей среды. Около 75-80% от мощности, которую выдает тепловой насос, фактически «скачивается» из окружающей среды, используя рассеянную энергию почвы, воды и воздуха. И только 20-25% энергии необходимо затратить для работы самого теплового насоса.

Ключевые слова: тепловой насос, эффективность, теплоснабжения, источник теплоты.

Зростаючий попит на теплові насоси в країнах Євросоюзу вказує на виправданість у використанні низькотемпературних джерел енергії, яка, в першу чергу, базується на значній економії коштів на опалення будинку. Тим не менше, тепловий насос виправдує себе тільки в добре утепленому будинку, з тепловтратами не більше 100 Вт/м². Отже, чим краще утеплений будинок, тим більш вигідніша його експлуатація. Це, в свою чергу, накладає додаткові вимоги до якісного проектування та використання якісних будівельних та теплоізоляційних матеріалів.

Дослідженнями провідних виробників теплонасосного обладнання встановлено (рис. 1), що чим менша різниця (ΔT) між температурою джерела теплоти (T_x) та температурою теплоносія в опалювальному контурі (T_r), тим більший коефіцієнт перетворення тепла – **COP** (з англійської мови – coefficient of performance).

Коефіцієнт перетворення – це відношення отриманої внаслідок конденсації вивільненої високотемпературної енергії тепла до витрат, що полягають у необхідності підведення зовні додаткової механічної енергії на стиск холодоагенту у компресорі теплового насоса. Визначити коефіцієнт перетворення можна за допомогою **p-h** діаграми, скориставшись формулою:

$$COP = \frac{h_2}{h_3 - h_4} \quad (1)$$

де: h_2 – ентальпія на початку стиску холодоагенту, Вт×год/кг;

h_3 – ентальпія в кінці стиску – на початку тепловиділення, Вт×год/кг;

h_4 – ентальпія в кінці зрідження холодоагенту, Вт×год/кг.

Коефіцієнт перетворення для сучасних теплових насосів знаходиться в межах 3,5–5,5, що означає – у скільки разів тепловий насос віддає більше енергії від тієї що затратив на її отримання. Встановлено, що зниження температури нагрівального середовища на 1 К підвищує коефіцієнт перетворення на 2,5 %, а збільшення температури низькотемпературного джерела на 1 К підвищує коефіцієнт перетворення на 2,7 %.

Відповідно до рис. 1 виходить, що вигідніше опалювати приміщення низькотемпературними системами опалення: типу «тепла підлога» або повітряним опаленням (типу «повітря-повітря»), тому що в цих випадках температура теплоносія за медичними вимогами і будівельними нормами не буде перевищувати гранично допустиму величину у 40 °С, а коефіцієнт перетворення має найвище значення ($COP=5,7$ для системи «тепла підлога» та $COP=3,3$ для радіаторного опалення).

З метою забезпечення максимальної ефективності використання теплових насосів практикується їх експлуатація у парі з додатковим генератором тепла (бівалентна схема опалення). Так як кількість дійсно холодних днів не перевищує 10–15 % від тривалості опалювального сезону, як правило, потужність теплового насоса призначають на рівні 70–80 % від розрахункової. Усі потреби будинку у теплі покриваються тепловим насосом доти, поки вулична температура не опуститься нижче певного розрахункового рівня (температури бівалентності). Із цього моменту в роботу включається другий генератор тепла (електронагрівник, газовий або твердопаливний котел, сонячний колектор тощо).

Чим більший коефіцієнт завантаження теплового насосу, тим доцільніше його використання. Наприклад, системи нагріву води для тваринницьких ферм працюють у постійному режимі, протягом всього року. Їх коефіцієнт завантаження (використання потужності протягом року) може сягати 80 %. В системах опалення приватного будинку коефіцієнт завантаження обладнання складає близько 30–40 %. В першому випадку річна економія та окупність теплового насосу рівної потужності буде в 2–3 рази вищою.

Чим більша теплова потужність необхідна, тим доцільніше використання теплових насосів. По-перше, питома вартість для теплових насосів великої потужності в 3–5 рази нижча, ніж для теплових насосів малої потужності. По-друге, чим більші обсяги споживання теплоти, тим більша економія від застосування теплових насосів в абсолютному вимірі.

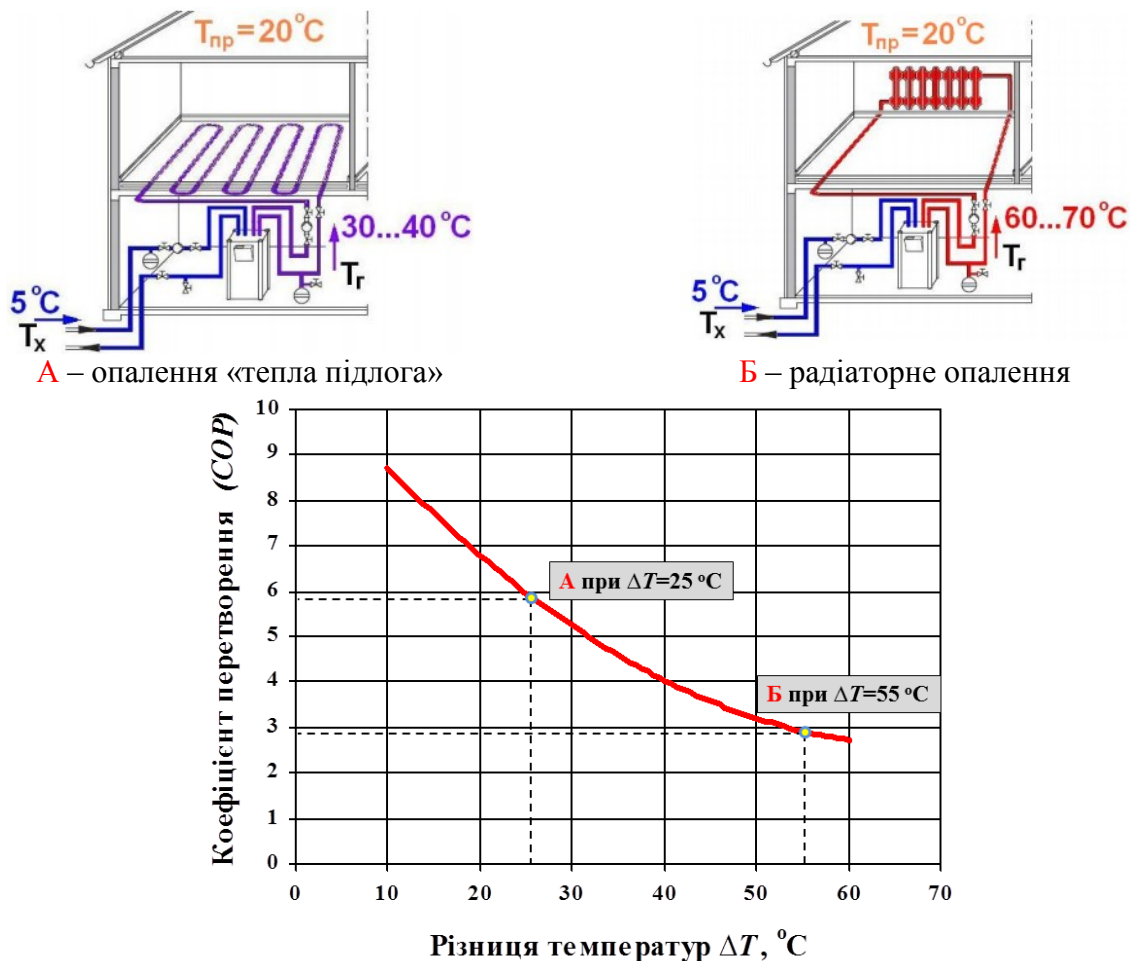


Рис. 1. Ефективність теплового насоса у різних системах опалення. Залежність коефіцієнта COP від різниці температур $\Delta T = T_r - T_x$

Безперечними перевагами теплових насосів є економічність, широкий спектр застосування, екологічність, універсальність та безпека.

Економічність. Ефективність використання теплових насосів вища, ніж у будь-яких котлів, що спалюють паливо, а коефіцієнт ефективності (E) теплових насосів завжди більше одиниці. Наприклад, за умови потужності на привод компресора 1 кВт та потужності низькотемпературного джерела 3,0 кВт отримуємо коефіцієнт ефективності рівний $E = 4,0$ (рис. 2).

Широкий спектр застосування. На нашій планеті існує безліч розсіяного сонячного тепла. Ґрунт та повітря є скрізь, тому не існує проблем з низькопотенційним джерелом енергії. Теплові насоси, незалежно від погодних умов та наявності викопного палива, зберуть це тепло для споживачів. Усе, що потрібно для цього – електрична енергія. Якщо вона

недоступна, це теж не проблема – деякі моделі теплових насосів можуть працювати в парі зі сонячними колекторами, вітрогенераторами, дизель-генераторами і т.д.

Екологічність. Тепловий насос не тільки заощаджує гроші, але й береже навколишнє середовище – не спалює викопне паливо. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензольних з'єднань. На ТЕЦ скорочується витрата газу або вугілля на виробництво електрики, при цьому зменшуються викиди до атмосфери окисів типу CO , CO_2 , NO_x , SO_2 , PbO_2 . Застосовувані у теплових насосах хладони не містять хлорвуглецю та є озонобезпечними.

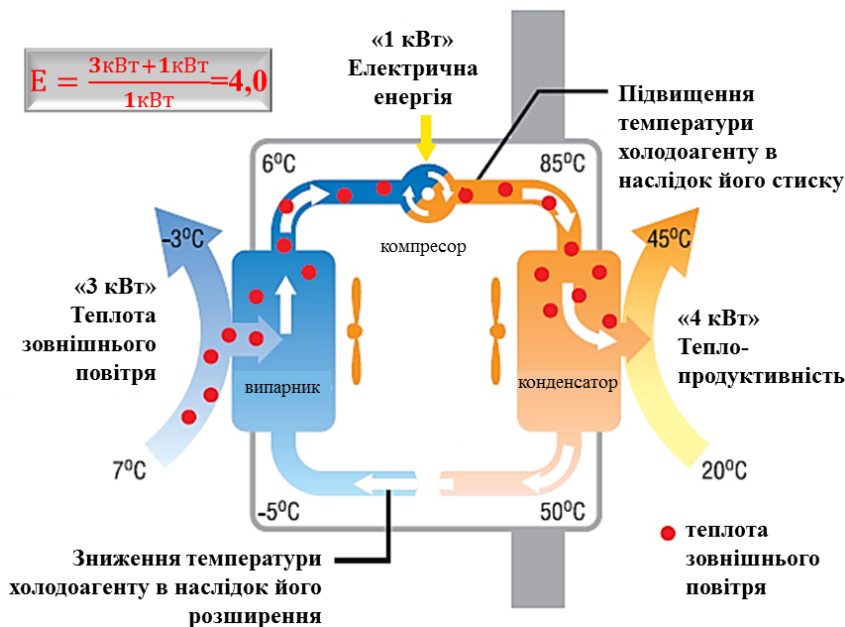


Рис. 2. Визначення коефіцієнта ефективності

Універсальність. Теплові насоси, обладнані реверсивним клапаном, працюють як на опалення, так і на охолодження. Теплонасос може відбирати тепло з повітря приміщення, охолоджуючи його. Влітку надлишкове тепло можна використовувати для підігріву побутової води.

Безпека. Теплові насоси вибухо- та пожежобезпечні. У процесі опалення відсутні небезпечні гази, відкритий вогонь або шкідливі суміші. Деталі теплонасоса не нагріваються до високих температур, здатних стати причиною пожежі. Зупинка теплового насоса не приведе до його поломки, ним можна сміливо користуватися після тривалого простою. Також виключене замерзання рідин у компресорі або інших складових частинах.

До недоліків теплових насосів, які використовуються для опалення, слід віднести велику вартість встановленого обладнання та зворотна залежність їх ефективності від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем. Так, зворотна залежність ефективності використання теплових насосів від різниці температур між джерелом теплоти і споживачем накладає певні обмеження на використання систем типу «повітря-вода». Реальні значення коефіцієнту трансформації сучасних теплових насосів становлять 2 при температурі джерела - 20 °C, і приблизно 4 за температури джерела +7 °C. Це призводить до того, що для забезпечення заданого температурного режиму споживача при низьких температурах повітря необхідно використовувати обладнання зі значною надлишковою потужністю, що пов'язане з нераціональним використанням капіталовкладень (втім, це стосується і будь-яких інших джерел теплової енергії). Вирішенням цієї проблеми є застосування бівалентної схеми опалення, при якій основне (базове) навантаження несе тепловий насос, а пікові навантаження покриваються допоміжним джерелом (газовий або електрододаток). Оптимальна потужність теплонасосної установки становить 60–70 % від необхідної встановленої потужності, що також впливає на закупівельну вартість установки опалення тепловим насосом. У цьому випадку тепловий насос забезпечує не менше 95 % потреби споживача в тепловій енергії за

весь опалювальний сезон. При такій схемі середньосезонний коефіцієнт перетворення енергії для кліматичних умов Центральної Європи становить не менше 3.

Висновки.

Тепловий насос не тільки заощаджує гроші, але й береже навколишнє середовище – не спалює викопне паливо. Тому навколо будинку на ґрунті немає слідів сірчаної, азотистої, фосфорної кислот і бензолних з'єднань. На ТЕЦ скорочується витрата газу або вугілля на виробництво електрики, при цьому зменшуються викиди до атмосфери окисів типу CO, CO₂, NO_x, SO₂, PbO₂. Застосовувані у теплових насосах хладони не містять хлорвуглецю та є озонобезпечними.

Теплові насоси, обладнані реверсивним клапаном, працюють як на опалення, так і на охолодження. Теплонасос може відбирати тепло з повітря приміщення, охолоджуючи його. Влітку надлишкове тепло можна використовувати для підігріву побутової води. Теплові насоси вибухо- та пожежобезпечні. У процесі опалення відсутні небезпечні гази, відкритий вогонь або шкідливі суміші. Деталі теплонасоса не нагріваються до високих температур, здатних стати причиною пожежі. Зупинка теплового насоса не приведе до його поломки, ним можна сміливо користуватися після тривалого простою. Також виключене замерзання рідин у компресорі або інших складових частинах.

Список використаних джерел

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України / НАН України, Інститут відновлюваної енергетики, Держ. ком. України з енергозбереження. – К., 2005. – 45 с.
2. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://saee.gov.ua/uk/ae/termo-energy>.
3. Рей Д. Тепловые насосы : пер. с англ. / Д. Рей, Д. Макмайл. – М. : Энергоиздат, 1982. – 224 с.
4. Технології та обладнання для використання поновлюваних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / за ред. В. І. Кравчука, В. О. Дубровіна. – Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2010. – 184 с.
5. Європейський ринок теплових насосів в 2014 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://сахара.ua/informaciya/statti/jevropejskij-rinok-teplovih-nasosiv-v-2014-rotsi>.
6. Heat pumps on the rise – time to move to system integration! [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ehpa.org/about/news/article/heat-pumps-on-the-rise-time-to-move-to-system-integration>.
7. Снежкін Ю. Ф. Енергоефективні теплонасосні технології : стан і перспективи впровадження в Україні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://old.minregion.gov.ua/attachments/content>.
8. Принцип дії теплового насоса. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.siriusone.net/index.php?action=page&page_id=118.
9. Тепловий насос – технологія, що постійно змінюється. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://сахара.ua/ru/informaciya/statti/teplovij-nasos-tehnologija-scho-postijno-rozvivajetsja>.
10. Климатическая техника будущего : магнит вместо компрессора. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.tehnoclimate.com.ua/vse-novosti/novosti_kompanii/klimaticheskaya_tehnika_buduwego_magnit_vmesto_kompressora/
11. European Heat Pumps Association. Market and statistics report. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ehpa.org/market-data/>

Зміст

1	С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, Я. Д. Ярош, О. Б. Плужніков ОБ'ЄКТИ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	4
2	Ю. В. Ключник ПОРЯДОК ВВЕДЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ АДЖ.....	8
3	Ф. І. Борисов, Р. С. Томашевський ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ПОЛЕ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ.....	14
4	А. А. Пінкін, В. В. Ясінський ФІЗИЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ КОНВЕРСІЇ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	17
5	І. В. Нездвезька, Р. С. Сергійчук ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОСВІТЛЕННЯ РОСЛИН ПРИ ВИРОЩУВАННІ В УМОВАХ ЗАКРИТОГО ҐРУНТУ.....	20
6	О. Ф. Соколовський, М. В. Черненко ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА ОСНОВІ СТРУКТУРНИХ СХЕМ...	24
7	В. А. Прядко, В. М. Зименко, О. С. Сич, О. А. Ільченко ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ТА ПІДТРИМКИ ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НА БАЗІ ЖНАЕУ З ВПРОВАДЖЕННЯМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ВЕРМИКОМПОСТУВАННІ ВІДХОДІВ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	26
8	Б. В. Ємець МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ АВТОМОБІЛЯ НА ВОДОПАЛИВНИХ ЕМУЛЬСІЯХ..	30
9	О. В. Коновалов, А. В. Пшенишна КАВІТАЦІЙНІ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРИ.....	35
10	О. О. Лавріщев МЕТОДИ БОРОТЬБИ З ОБМЕРЗАННЯМ ПЛАСТИН РЕКУПЕРАТОРІВ У ХОЛОДНУ ПОРУ РОКУ.....	39
11	С. П. Шафарчук МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ.....	41
12	М. В. Дукас ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ УКРАЇНИ НА 2017 РІК.....	43
13	О. В. Медведський, В. Р. Білецький, Н. П. Вензовська МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІКО-ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ У СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	44