

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**Матеріали
міжнародної науково-практичної конференції**

**АГРАРНА ЕНЕРГЕТИКА В ХХІ СТОРІЧЧІ: ДОСЯГНЕННЯ І
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

“14” грудня 2022 року

**Біла Церква
2022**

Редакційна колегія:

Шуст О.А., ректор БНАУ, д-р екон. наук, професор, голова оргкомітету.

Мерзлов С.В., перший проректор, проректор з організаційної роботи БНАУ, д-р с.-г. наук, професор, заступник голови оргкомітету.

Варченко О.М., проректор з наукової та інноваційної діяльності БНАУ, д-р екон. наук, професор.

Димань Т.М., проректор з освітньої, виховної та міжнародної діяльності БНАУ, д-р с.-г. наук, професор.

Хахула В.С., декан агробіотехнологічного факультету БНАУ, канд. с.-г. наук, доцент.

Трегуб М.І., завідувач кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки БНАУ, д-р техн. наук, професор.

Червінський Л.С., професор кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки БНАУ, доктор технічних наук.

Голуб Г. А., доктор технічних наук, професор, НУБІП України.

Головко В.М., професор кафедри відновлюваних джерел енергії КПІ, доктор технічних наук.

Кухарець С.М., завідувач кафедри Поліського НАУ, доктор технічних наук, професор.

Васько П. Ф., завідувач відділу гідроенергетики інституту відновлюваних джерел енергії, доктор технічних наук, професор.

Козирський В. В., доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, директор Технопарку "Innovations and SMA technologies" компанії ALOTEK LCC, Варшава, Польща

Ivan Chuba. MSDLab OU, Keskuse tee 11-29, Koima, Parnumaa, Estonia, 88309

Reinholds Zviedris, виконавчий директор ООО "19 points", доктор комп'ютерних наук.

Подольцев О.Д., доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України.

Сенчук М.М., кандидат технічних наук, доцент

Олешко О.Г., канд. с.-г. наук, доцент

Відповідальна за випуск – **Олешко О.Г.**, канд. с.-г. наук.

«Аграрна енергетика в ХХІ сторіччі: досягнення і перспективи розвитку»: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 14 листопада 2022 року. Білоцерківський НАУ. с.

Збірник підготовлено за авторською редакцією доповідей учасників конференції без літературного редагування. Відповідальність за зміст поданих матеріалів та точність наведених даних несуть автори.

Ел. адреса: <http://science.btsau.edu.ua/>

УДК 621.311.21.004.12

Трегуб М.І., доктор технічних наук, професор

Білоцерківський національний аграрний університет

Козирський В. В., доктор технічних наук, професор

Заслужений діяч науки і техніки України, директор Технопарку "Innovations and SMA technologies" компанії ALOTEK LCC, Варшава, Польща

СТРАТЕГІЯ СТІЙКОГО ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ НА ОСНОВІ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ГЕНЕРУВАННЯ З НАЯВНИХ ВИДІВ ВІДНОВЛЮВАНИХ ЕНЕРГОДЖЕРЕЛ ТА БЕЗКАРБОНОВИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ

Аргументовано необхідність розвитку децентралізованого електрогенерування з кількох видів наявних відновлюваних енергоресурсів у складі полівидової системи для енергозабезпечення і виробництва гідрогену та утилізації карбону.

Ключові слова: децентралізоване енергозабезпечення, полівидова система, відновлювані джерела, гідроген.

Нинішня критична ситуація в нашій електроенергетиці, спричинена московською агресією проти України, виявила вразливість надто централізованих енергосистем, більшість яких були побудовані в минулому. Це проявилось у тому, що враження важливих вузлів потужної електростанції надовго виводить з ладу весь генеруючий комплекс та потребує тривалого часу і великих витрат на відновлення. Крім того у великих містах системи ТЕЦ припиняють подачу тепла для величезних житлових масивів. Подібну вразливість мають і гігантські трансформаторні підстанції та канали доставки палива. В той же час автономні системи індивідуального забезпечення теплом і водою підтвердили свою стійкість. Найбільшу «живучість» показали автономні системи енергозабезпечення, які працюють на місцевих відновлюваних енергоресурсах енергії сонця, вітру, річок, органічних палив. Крім безпекових аспектів можна навести інші аргументи до необхідності ширшого впровадження систем розосередженого генерування з наявних видів відновлюваних енергоресурсів для децентралізованого енергозабезпечення:

- екологічність, оскільки не передбачає використання викопних енергоносіїв та викидів карбону;
- енергоефективність, обумовлена меншими відстанями передачі електричної і теплової енергії;
- соціальний аргумент полягає у місцевому працевлаштуванні кваліфікованих працівників;
- енергонезалежність за рахунок зменшення використання викопного вуглеводневого палива;
- перспективність виробництва «зеленого» гідрогену і транспортування його на базі незавантаженої української газотранспортної системи.

Важливим завданням підвищення ефективності загальної системи відновлюваних енергоджерел є удосконалення сучасних технічних засобів

генерування. Тут існують технічні резерви підвищення ККД процесів енергетичних перетворень. Так за короткий час лідируючі світові виробники фотоелектричних панелей декларують підвищення їх ККД приблизно з 16 до 23% і процес удосконалення не зупиняється в конкурентних умовах. Для фотовольтаїки значним резервом підвищення енергоефективності є автоматизовані системи азимутального і Zenітного орієнтування за допомогою трекерних механізмів, що дозволяє приблизно удвічі збільшити добовий виробіток електроенергії порівняно з нерухомим їх встановленням. У вітроенергетиці перспективним є застосування безтрансмисійних ВЕУ з кільцевим ротором генератора, що вже тепер знаходить технічну реалізацію для установок малої та середньої потужності, які саме й можуть задовольняти потреби розосередженого генерування. Причому ВЕУ малої та середньої потужності не виступають конкурентно до гігантських ВЕУ мегаватного класу, але мають незрівнянно меншу вразливість та менший вплив на довкілля. Важливим аспектом безтрансмисійних ВЕУ є виконання на кільцевому роторі співрозмірного діаметру полюсних елементів індукторного типу, тобто відсутність рухомих обмоток і постійних магнітів, що спрощує виготовлення та підвищує надійність. Технічним резервом підвищення ефективності біоенергетичних систем є удосконалення процесу термолізу органічних палив та повніше використання супутнього тепла теплових двигунів в генераторній установці. Проектні розрахунки дозволяють отримати загальний енергетичний ККД електрогенераторного і теплового комплексу вище 70%. Крім того утилізація тепла в системі термолізу і тепломеханічного перетворення органічних палив дозволяє застосовувати термічну інтенсифікацію електролітичного процесу виробництва гідрогену. Для технологічного циклу виробництва гідрогену важливим завданням є розробка засобів його накопичення та зберігання в ємностях з гідридною масою, що робить виробництво набагато безпечнішим. Таким чином виробництво електричної енергії, тепла та гідрогену з органічної маси може бути конкурентним за умови удосконалення системи утилізації карбону.

Висновки

1. Системи розосередженого генерування з відновлюваних енергоджерел для децентралізованого енергозабезпечення є набагато стійкішими у порівнянні з централізованими електроенергетичними системами і одночасно з набагато меншими забрудненнями довкілля.

2. Підвищення енергоефективності полівидової системи децентралізованої системи енергозабезпечення можливе за рахунок удосконалення технічних засобів кожного складового: автоматизовані системи азимутального і Zenітного орієнтування фотоелектричних панелей за допомогою трекерних механізмів дозволяють приблизно удвічі збільшити добовий виробіток електроенергії порівняно з нерухомим їх встановленням; застосування безтрансмисійних ВЕУ малої та середньої потужності підвищує ефективність використання вітроенергетичного потенціалу та надійність;

підвищення ефективності біоенергетичних систем шляхом удосконалення процесу термолізу органічних палив та повнішого використання супутнього тепла двигунів внутрішнього згорання у генераторній установці; термічної інтенсифікації процесу електролітичного виробництва водню.

Список літератури.

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 р. Схвалена Кабміном України 18.08.2017. 66с.

2. Індукторний аксіальний генератор. Пат. №101118 UA, МПК H02K19/20, H02K21/38 Іопубл.25.02.2013, бюл.№4.

3. Безтрансмісійні вітроелектричні комплекси з дугостаторним генератором: монографія/В.В. Козирський, М.І. Трегуб; Національний університет біоресурсів та природокористування України. – К.: ФОП Ямчинський О.В., 2019 –286с.

4. Трегуб М.І., Голуб Г.А., Чуба В.В., Цивенкова Н.М., Голубенко А.А. Спосіб електротермолізу органічних палив. Пат. № 151940 UA, МПК (2022.01) C 10J 3/00, опубл.05.10.2022, бюл. №40.

УДК 631.371 – 631.95

Голуб Г.А., д.-р. техн. наук, професор

Цивенкова Н.М., канд. техн. наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Чуба В.В., канд. техн. наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

Омаров І.С., аспірант

Інститут відновлюваної енергетики НАН України

nataliyatsyvenkova@gmail.com

ВИРІШЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Вирішення екологічних проблем урбанізованих територій сьогодні є одним з першочергових завдань. Суттєвий вплив на вирішення цих проблем мають і економічні чинники. В умовах економічної кризи найбільш страждає житлово-комунальне господарство міст. Висока вартість енергії та необхідність зниження викидів парникових газів спонукає житлово-комунальні господарства міст переходити від традиційних викопних енергоносіїв до поновлювальних джерел енергії. Це потребує розробки нового обладнання, в якому в якості палива використовується рослинна біомаса. Для стабільного надходження енергії споживачеві під час спалювання рослинної біомаси доречним буде використання генераторів горючого газу (газогенераторів).

Ключові слова: газогенератор, газ, біомаса, урбанізовані території.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми та перспективи розвитку житлово-комунального господарства міст висвітлюються в наукових дослідженнях, серед напрацювань яких слід відмітити [1, 2]:

- визначення основних проблем та принципів удосконалення регіонального управління житлово-комунальним господарством; встановлення можливості модернізації механізму його організаційно-економічного розвитку;
- обґрунтування пріоритетів реформування житлово-комунального господарства міст за умови використання альтернативних джерел енергії з урахуванням світового досвіду;
- аналіз особливостей реалізації державних програм з залучення місцевих відновлюваних джерел енергії у певному регіоні;
- визначення чинників інвестиційної привабливості підприємств комунальної інфраструктури для вітчизняного та іноземного капіталу, з метою встановлення обладнання альтернативної енергетики;
- обґрунтування шляхів оптимізації тарифної політики у житлово-комунальних господарствах міст, які перейшли на використання місцевих відновлюваних джерел енергії;
- розробку методології та проведення статистичного оцінювання питань спроможності й готовності житлово-комунальних господарств міст переходити на використання місцевих відновлюваних джерел енергії як альтернативу вичерпним.

Альтернативою може виступити технологія виробництва горючого газу з біомаси із наступним його спалюванням в опалювальному теплотехнічному обладнанні, або виробництво з газу електроенергії в двигунах [1]. Перевагами використання генераторних технологій є: мінімальні витрати на попереднє підготування біомаси до використання в газогенераторах, різноманітність та висока відтворюваність біомаси як палива, можливість регулювання технічних характеристик виробленого горючого газу залежно від типу теплотехнічного обладнання, призначеного для його спалювання та ін.

Метою і завданням дослідження є: встановити еколого-економічну доцільність використання місцевих відновлюваних джерел енергії на основі біомаси для енергозабезпечення житлово-комунальних господарств.

Методика дослідження. В процесі дослідження використано системно-аналітичний, статистичний методи та метод інженерно-економічного обґрунтування.

Результати дослідження. На механіко-технологічному факультеті Національного університету біоресурсів і природокористування України ведуться роботи щодо створення газогенераторних установок на біомасі, які, після серії випробувань, можуть виробляти енергію для ЖКГ (рис. 1, рис. 2).

На представлених установках виконано ряд досліджень з отримання електричної (рис. 1) та теплової (рис. 2) енергії шляхом газифікації соломи, оскільки даний вид біомаси є найбільш розповсюджений в Україні [2]. Дослідженнями встановлено, що шляхом газифікації з 1 кг соломи, в середньому, можна отримати до 3 кВт теплової енергії. За енергетичним еквівалентом 3 кг соломи замінюють 1 кг дизельного пального, або 1 м³ природного газу, а в розрахунку на один рулон соломи вагою до 300 кг

(довжиною 1,2 м і діаметром 1,8 м) можна замінити 100 л дизельного палива або 100 м³ природного газу.

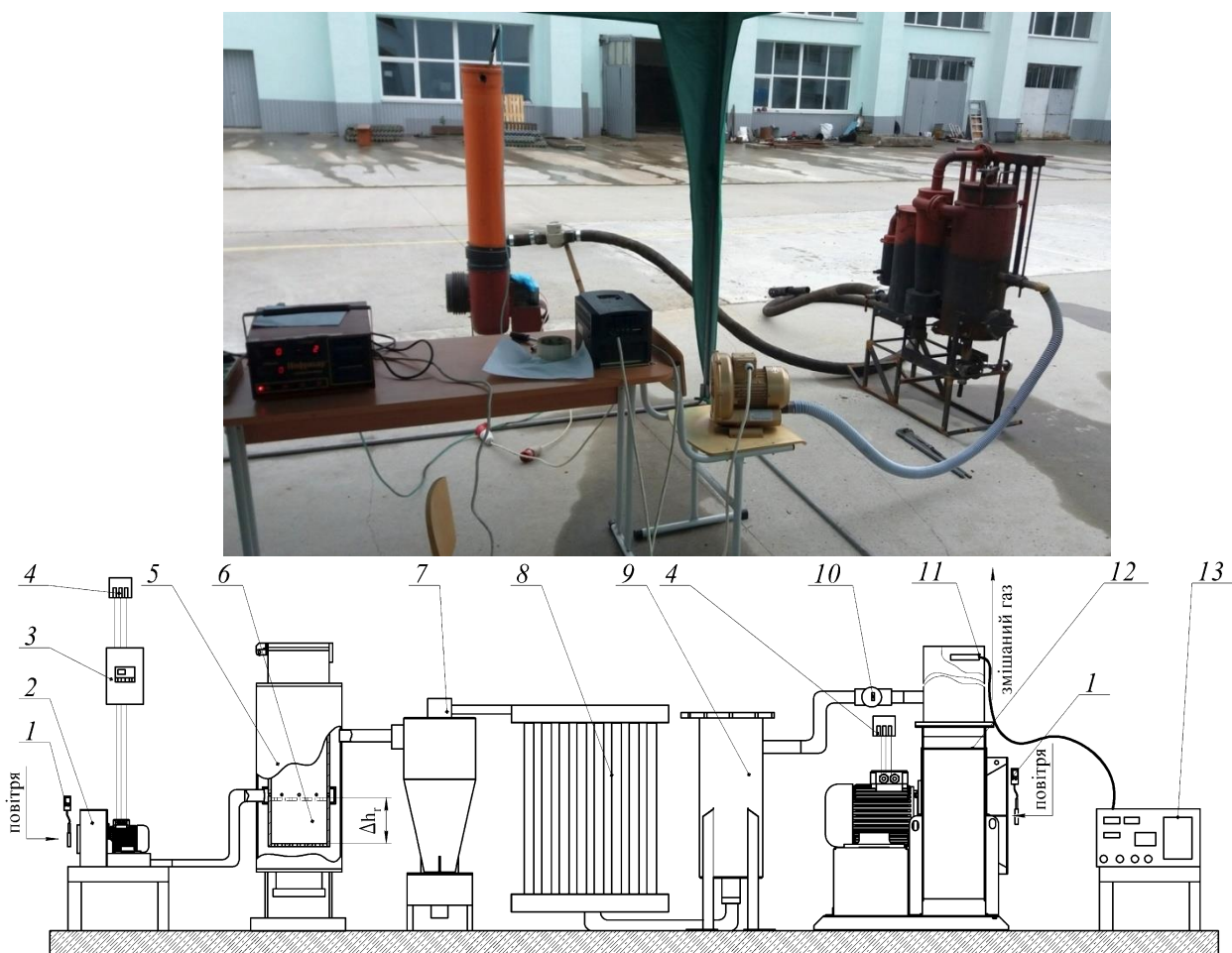


Рис. 1. Схема та загальний вигляд газогенераторної установки:

1 – анемометр Tenmars TM-402; 2 – повітрорудка Googui GHBH-0D5-34-1R2; 3 – частотний перетворювач Hitachi-3G3JX-A4075-EF; 4 – розетка 0,4 кВ; 5 – газогенератор ГГ-1; 6 – камера відновлення; 7 – фільтр грубого очищення; 8 – охолодник; 9 – фільтр тонкого очищення; 10 – роторний лічильник газу G-6-РЛ; 11 – датчик СО; 12 – змішувач 13 – газоаналізатор Инфракар-М2Т.

Оскільки дані установки працюють на сировині місцевого походження, у виробництві паливної біомаси будуть задіяні додаткові виробничі ресурси, що потенційно визначає створення нових робочих місць. Крім цього, фінансові потоки, пов'язані з виробництвом і використанням газу, замикаються в межах регіону, що означає наповнення місцевих бюджетів за рахунок додаткових податків, подальший стрімкий економічний розвиток місцевих громад, що впроваджують в себе відновлювану енергетику на базі рослинної біомаси.

Відповідно, житлово-комунальні господарства можуть розраховувати на державні програми підтримки відновлюваної енергетики та гранти ЄС, що підтримують використання енергії біомаси. З кожним черговим підвищенням цін на газ для житлово-комунального сектору, питання диверсифікації

енергетичних систем відносно енергоносіїв загострюється з інтенсивністю, прямо пропорційною відсотку підвищення цінників.

Отже, можна вважати, що біомаса – це невичерпне джерело оборотних коштів, виробництво та використання якого в межах регіону є економічно обґрунтованим. Заміна споживання 55–60 % викопних і нафтових палив в області на місцеві поновлювані палива еквівалентна додатковому залученню в місцеві бюджети 900–1800 млн. грн. щорічно. Грамотне використання цього резерву та інвестування його в енергетичний сектор і житлово-комунальні господарства, дозволить упродовж 3–5 років забезпечити енергетичну незалежність зазначених галузей принаймні в половині регіонів України.

За результатами екологічного аналізу при спалюванні палив нафтового походження та генераторного газу можна зазначити наступне. При згоранні 1 кг бензину в ДВЗ викиди шкідливих речовин в атмосферу становлять: CO – 465 г; C_nH_m – 25 г; NO_x – 15 г. Отже, з 40 л бензину в навколишнє середовище потрапляє 18 кг отруйних речовин. При спалюванні мазуту в енергетичних установках ЖКГ 70...80% зольних залишків надходять в атмосферу. Залежно від умов спалювання мазуту, вміст оксиду ванадію у топкових газах може сягати 35 %. Крім того, у зольних залишках утримуються токсичні важкі метали: Ni – 1...4,5 %; Cr_2O_3 – 1...3 %; Mn – 1...2,5 %. При спалюванні генераторного газу в ДВЗ в кількості еквівалентній 1 кг бензину маємо наступний склад викидів: CO – 315 г; C_nH_m – 14 г; NO_x – 9 г.

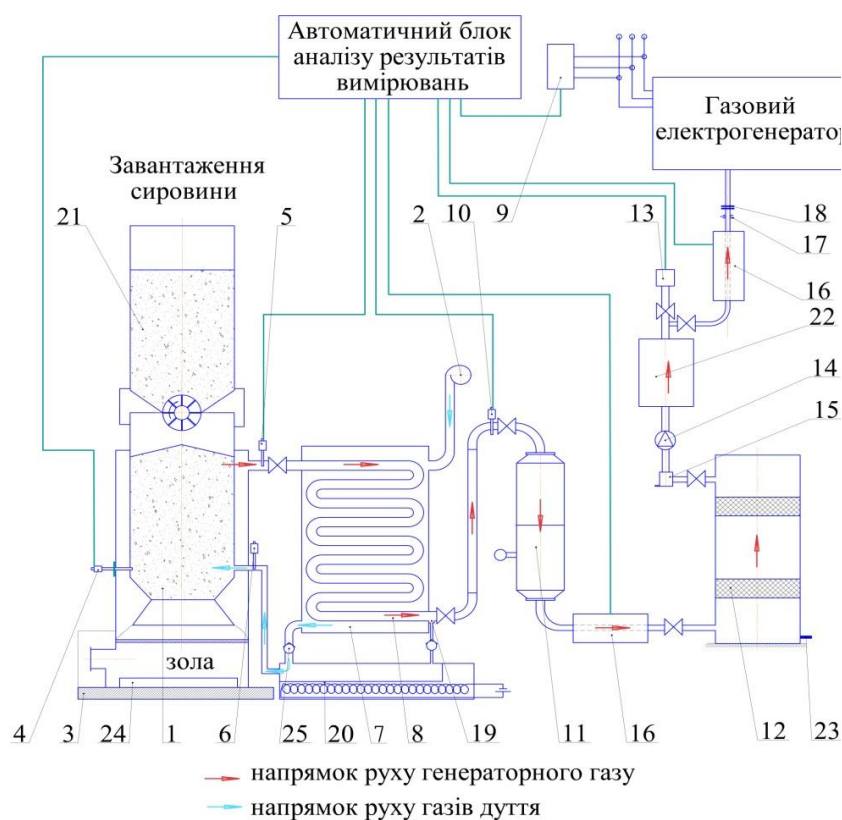


Рис. 2. Схема та загальний вигляд газогенераторної установки:

1 – газогенератор; 2 – вентилятор; 3 – терези лабораторні; 4, 5, 6, 10 – термопары; 7 – рекуператор; 8 – газова труба; 9 – лічильник; 11 – циклон; 12 –

блок тонкого очищення; 13 – калориметр; 14 – вакуумний насос; 15 – вологовідокремлювач; 16 – блок відбирання газових проб; 17 – дросельна шайба; 18 – заслінка; 19 – патрубок; 20 – випаровувач; 21 – бункер сировини; 22 – ресивер; 23 – патрубок зливання конденсату; 24 – терези; 25 – зворотний клапан.

Отже, використання технології газифікації біомаси замість традиційних викопних видів палива сприятиме відновленню екологічної рівноваги.

Висновки. Сучасні житлово-комунальні господарства потребують створення та впровадження сучасних технологій, що забезпечить високу економічну та екологічну ефективність виробництва енергії з біомаси. Пріоритет використання біомаси як енергоносія передбачено «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року та подальшу перспективу», що надає можливість отримати інвестиційну підтримку від держави.

Список літератури

1. Драган І.О. Державне управління розвитком житлово-комунального господарства й принципи його реформування. *Економіка та держава*. 2009. № 4. С. 87–90.
2. A. Holubenko, N. Tsyvenkova, M. Tregub. Experimental studies of structural and technological parameters of a downdraft gasifier based on plant biomass. *Scientific Horizons*. 2021. Vol. 24, № 6. P. 9–23.

УДК 631.8

Кравчук В.І., доктор технічних наук, професор, академік НААНУ

Ганженко О.М., доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник,

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

Гуменюк Ю.О., кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

БІОЕНЕРГЕТИКА: СУЧАСНІСТЬ І ПРОГНОЗ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІННОВАЦІЙ

Біоенергетика відіграє значну роль у базових аспектах розвитку глобальної енергетики та може здобути значний внесок у зменшення викидів вуглецю внаслідок зміни землекористування. З урахуванням інших переваг – неперервність, економічність виробництва, тощо, біоенергетика починаючи з початку ХІХ сторіччя по даний час проходить період інтенсивного розвитку. Інтенсивний розвиток біоенергетики закономірно визначив і стримуючі соціально-економічні фактори та як наслідок, – конкурентноспроможні техніко-технологічні інновації заміщення вуглецевих видів палива на інші види.

Політика, пов'язана з розробкою та впровадженням енергії з біомаси, повинна передбачати також генеруючу роль у переході протягом другої половини нашого століття на вищу ступінь біоенергетики з уловлюванням і утримуванням вуглецю.

Ключові слова: біоенергетика, прогноз розвитку, техніко-технологічні інновації

Енергія з біомаси, як елемент глобальної енергетики, зазнала особливо інтенсивного розвитку у період з кінця XIX століття по даний час.

Інтенсивна біоенергетика зобов'язана своїм широким сценарієм розвитку зокрема: для її виробництва можуть бути задіяні великі площі земель; економічна привабливість відносно дешевого виробництва; технологічності уловлення і утримання вуглецю; відсутністю характеру переривчастості як сонячна і вітрова енергія.

На цьому фоні значно збільшився ринок біоенергії та засобів їх виробництва, удосконалено конструкції твердопаливних котлів (верхнього, нижнього та оберненого горіння); інтенсивно розвиваються технології спалювання подрібненої маси (пилове, сумісне та спалювання у псевдорозрідженому стані); котельні на подрібненій біомасі; технологічні лінії виробництва паливних гранул; твердопаливні котли на гранулах; синтез-генератори і технології спалювання композиційного біопалива; котельні (ТЕЦ) та біогазові станції з когенераційним обладнанням, тощо [9, 8].

Проте, обсяги виробництва біоенергії та середньорічні темпи приросту залишаються низькими, на рівні 4,5 % (2020) проти 15 % у країнах Європи, де на період до 2030 передбачається приріст 30 відсотків [5].

У контексті світового розвитку Енергетична стратегія України (ЕСУ) передбачає [7] стале розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики (ВДЕ), що стане одним з інструментів гарантування енергетичної безпеки держави. У коротко- та середньостроковій перспективі (до 2025 року) ЕСУ прогнозує зростання частки відновлюваної енергетики до рівня 12 % від загального первинного постачання енергії (ЗППЕ) та не менше 25 % – до 2035 року (включаючи всі гідроенергуючі потужності та термальну енергію). Передбачається, що частка енергії з біомаси, біопалива та відходів на період до 2035 року у ЗППЕ становитиме 11,5 відсотків (табл. 1), а темп приросту 2,0 – 2,7 відсотків за кожні п'ять років.

Таблиця 1 – Структура загального первинного постачання енергії

Найменуванняджерел первинногопостачання енергії	2020 рік	2025 рік (прогноз)	2030 рік (прогноз)	2035 рік (прогноз)
Всього, млн. т. н.е.	82,3	87	91	96
в т.ч.				
біомаса, біопаливо та відходи, млн. т. н.е.	4	6	8	11
біомаса, біопаливо та відходи, %	4,9	6,9	8,8	11,5

Зазначені темпи приросту виробництва біоенергії передбачають здійснення організаційних та інноваційних техніко-технологічних рішень у відповідні періоди:

до 2025 року – проведення міжнародних комунікаційних кампаній для заохочення входу на ринок ВДЕ України міжнародних стратегічних та

фінансових інвесторів; збільшення використання біомаси у генерації електро- та теплоенергії шляхом стимулювання використання біомаси як палива на підприємствах, де біомаса є залишковим продуктом; інформування про можливості використання біомаси як палива в індивідуальному тепlopостачанні; сприяння створенню конкурентних ринків біомаси.

до 2030 року – збільшення використання біомаси у генерації електро- та теплоенергії; стимулювання генерації електроенергії малопотужними установками ВДЕ; забезпечення реалізації проєктів з децентралізації енергопостачання на місцевому рівні (на основі використання відновлюваної енергетики, «розумних мереж», підвищення енергоефективності); створення умов для формування системи з логістичного забезпечення та інфраструктури для збирання біологічної сировини та подальшого її транспортування; вивчення можливості та, за доцільністю, впровадження використання систем акумулювання для балансування енергетичної системи, у тому числі з метою нівелювання нерівномірної роботи генеруючих потужностей ВДЕ; удосконалення механізму стимулювання виробництва енергетичного устаткування в Україні.

до 2035 року – забезпечення роботи систем централізованого опалення (ЦО) на енергії з відновлюваних джерел (біопелети, побутове сміття тощо); заміщенню вуглецевих видів палива іншими видами там, де це є економічно виправданим і технічно можливим.

Надважливим у планах з 2025 по 2035 роки є пропозиція щодо «заміщення вуглецевих видів палива іншими видами». Вона побудована на стримуючих факторах розвитку біоенергетики, таких як: обмежений ресурс землі; зростаюча кількість населення і пов'язана з чим продовольча безпека; соціально-економічні обмеження та захист природи і особливо прискорений розвиток конкурентних технологічних інновацій.

За даними [3] кількість енергії, яку можна виробити з одного гектара землі за допомогою фотоелектричних систем у 50 – 100 разів перевищує кількість енергії з біомаси. В деяких дослідженнях [2] припускають, що відновлювальна енергія водню (генерують із різних відновлювальних джерел за допомогою електролізу) може забезпечити економічно вигідне джерело енергії тривалого зберігання та стати засобом подальшого зменшення потреби в енергії основного навантаження [4]. До середини століття альтернативні безвуглецеві рідкі види пального, вироблені з використанням електроенергії або штучного фотосинтезу (використання світла для розчеплення води на водень і кисень) можуть бути конкурентоспроможними або навіть дешевшими ніж біопаливо [6, 1].

За таких умов інтенсивна біоенергетика розглядається протягом наступних кількох десятиліть як перехідний елемент у глобальній енергетиці другої половини століття.

З урахуванням різних сценаріїв розвитку біоенергетики у даний час і на найближчу перспективу світ фокусує зусилля за наступними напрямками:

- Збільшення розгортання місцевих або регіональних систем відновлювальної енергетики для забезпечення потреб електроенергії, тепла і палива, забезпечивши максимальне поєднання ресурсів, виробництва і споживання.

- Прогнозування можливої диверсифікації постачання газу за рахунок вищих рівнів стійкого біометану та зеленого водню.

- Підвищення безпеки і автономності місцевого або регіонального енергопостачання у поточних і майбутніх кліматичних умовах, передбачивши полегшення навантажень на центральну мережу та усунення блокування мережі за потужністю.

- Підвищення готовності (відповідальності, зацікавленості, наявності знань та суспільного сприйняття) місцевих органів щодо системи відновлювальної енергетики.

Висновки

Біоенергетика як значна частина енергетичного комплексу (за наявності значних переваг у порівнянні з викопною енергією) перебуває на етапі інтенсивного розвитку (інтенсивної біоенергетики) та зростатиме імовірно протягом наступних десятиліть.

Інтенсивність біоенергетики породжує також стримуючі фактори та прискорений розвиток конкурентних інновацій і вже в другій половині нашого століття біоенергетика слугуватиме як генеруючий та перехідний елемент виробництва низько- і безвуглецевих видів палива.

Список літератури

1. Detz, R. J., Reek, J. N. H., & van der Zwaan, B. C. C. (2018). The future of solar fuels: When could they become competitive? *Energy & Environmental Science*, 11(7), 1653–1669. <https://doi.org/10.1039/C8EE00111A>

2. Element Energy. (2019). Towards fossil-free energy in 2050. 47 pp. Retrieved from <https://europa.ec/climate.org/report-towards-fossil-free-energy-in-2050/>

3. European Academies Science Advisory Council. (2019). Forest bioenergy, carbon capture and storage, and carbon dioxide removal: An update. retrieved from https://easac.eu/fileadmin/user_upload/PDFs/reports/state_of_the_art/Negative_Carbon/EASAC_Commentary_Forest_Bioenergy_Feb_2019_FINAL.pdf

4. *Glob Change Biol.* 2019; 00:1–13. <https://doi.org/10.1111/gcb.14883>

5. International Energy Agency. (2019). Key world energy statistics 2019. 81 pp. Kalkuhl, M., Edenhofer, O., & Lessmann, K. (2012). Learning or lock-in: Optimal technology policies to support mitigation. *Resource and Energy Economics*, 34(1), 1 - 23. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2011.08.001>

6. Tachibana, Y., Vayssieres, L., & Durrant, J. R. (2012). Artificial photosynthesis for solar water-splitting. *Nature Photonics*, 6(8), 511–518. <https://doi.org/10.1038/nphoton.2012.175>

7. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Розпорядження Кабінету

Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р.
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>

8. Роїк М.В., Ганженко О.М., Тимошук В.Л. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні. Біоенергетика. 2015. №1. С. 5-8.

9. Технології та обладнання для використання поновлювальних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві / За ред. Кравчука В.І., Дубровіна В.О. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. 2010. 184 с.

УДК 621.3: 631.8

Червінський Л. С., доктор технічних наук, професор
Білоцерківський національний аграрний університет

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ЯК ЗАСІБ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ ТЕПЛИЧНИХ КУЛЬТУР

В доповіді йдеться про електротехнології які використовуються для підготовки насіння тепличних культур для підвищення їх урожайності.

Проаналізовано такі методи: обробка насіння ультразвуком, стратифікацію та озонування, фотоенергетичні методи обробки, застосування джерел штучного сфокусованого світла ІЧ- діапазону довжини хвиль і імпульсного ВЧ електричного світла, лазерну обробку посівного матеріалу, радіаційні методи опромінення РБО джерелами іонізуючих випромінень і ізотопами, магнітні методи обробки, використання так званої «живої» або магнітообробленої води.

Ключові слова: тепличні культури, електротехнології, насіння тепличних культур, урожайність.

Актуальність. Врожайність сільськогосподарських культур в значній мірі визначається високою якістю посівного матеріалу, яка залежить від умов формування насіння в період вегетації, своєчасної і якісної підготовки в передпосівний період. В літературі з технології підготовки насіння агроприйом передпосівної обробки різноманітними зовнішніми впливами називають активацією проростання або активацією насіння[1,3].

Мета досліджень – обґрунтувати шляхи та перспективи використання електротехнологій як способу підвищення урожайності та якості тепличних культур.

Основна частина. Насіння та його якість є найважливішим фактором, що визначає величину врожаю і якість продукції, оскільки воно являється носієм біологічних і смакових якостей майбутньої рослини [4]. Застосування електротехнологій дозволяє покращити посівні якості насіння та підвищити врожайність сільськогосподарських культур. Його ефективність проявляється в результатах наукових досліджень та виробничих випробувань.

Відомі хімічні, біологічні і фізичні способи впливу на насінний матеріал і рослини в період вегетації. Їх узагальнююча таблиця представлена нижче (рис 1).

До хімічних методів обробки рослинних біологічних об'єктів (РБО) можна віднести – обробку посівного матеріалу (насіння) регуляторами росту, інгібіторами, мікродобривами, солями мікроелементів. Обробка рослин в період вегетації, як правило, при досягненні ними фази кушіння, появи 3^{-го} листка, виходу в трубку (5-6 стадія органогенеза), стимуляторами росту, інгібіторами і мікроелементами. Застосування в якості регуляторів росту хімічних аналогів фітогормонів (ауксинів, гіббереллінів, цитокінінів і т.д.) не отримало в даний момент широкого поширення у зв'язку з значною вартістю їх виробництва [6].



Рис.1. Методи активації рослин.

Вітчизняними і зарубіжними дослідниками на даний момент розроблено велику кількість способів і методик обробки РБО фізичними способами впливу з метою активації внутрішньоклітинних процесів, як в насінні, так і безпосередньо в рослинах в період вегетації. До фізичних методів обробки РБО можна віднести: термічні, фізико-механічні, фотоенергетичні, радіаційні, магнітні і електрофізичні.

Результати дослідження.

Досліди по обробці насіння ультразвуком проводилися великою кількістю дослідників, які відзначали не однозначність впливу звукових коливань на внутрішньоклітинні процеси, що проходять в насінні. Значна вартість обладнання, джерел ультразвукових коливань, відкинули по значимості даний метод в разряд достатньо дорогих.

Стратифікацію та озонування також можна віднести до фізико-механічних методів обробки. Першу зазвичай пов'язують з так званим «гідравлічним ударом», який приводить до механічного пробою насінної шкарлупи. Озонування ж ефективно обеззаражує насіння перед посівом і базується на

використанні бактерицидної дії іонізованого озону (O_3), що дозволяє зменшити зараженість в 2,7 рази і збільшується урожайність на 16,6 % [5].

Фотоенергетичні методи обробки, з метою стимуляції процесів росту, застосовуються як до насінєвого матеріалу, так і до рослин в період вегетації. Вплив імпульсним сфокусованим сонячним світлом на насіння дає приріст урожаю на 11 % , на рослину в період вегетації – збільшення інтенсивності протікання фотосинтезних процесів. Максимальний приріст урожаю становить 17,6% для овочевих культур.

Застосування джерел штучного сфокусованого світла ІЧ- діапазону довжини хвиль і імпульсного ВЧ електричного світла показало неоднозначність реакції РБО на різні дози світлового потоку, проте в цілому позитивний ефект від обробки спостерігався в підвищенні схожості і прискоренні фотосинтезних процесів, що проявлялося в збільшенні виходу O_2 з листової пластини. Існує пояснення ефекту впливу сфокусованого світлового потоку – вплив на потенціал внутрішньоклітинних мембран і на їх пропускну здатність. Короткочасна і повторно-короткочасна обробка РБО сфокусованим УФ- випромінюванням дає прибавку урожаю зернових культур на 10-15% .

До фотоенергетичних методів відносять і лазерну обробку посівного матеріалу та рослин в період вегетації. Квантові генератори володіють такими перевагами як хороша регульовальність параметрів світлових хвиль, потужність випромінювання, широкі межі можливої концентрації енергії (від млрд. Вт/см² до мкВт/см²), здатністю сповільнювати чи прискорювати біохімічні і фізіологічні процеси на клітинному рівні.

Опромінення насіння овочевих культур лазерним випромінюванням малої інтенсивності до 0,4 мВт/см² дозволяє збільшити врожайність до 11 -12% , а зернових культур – приводить до збільшення схожості на 19% і енергії проростання на 30 - 31% . Обробка рослин може вестися по принципу сканування фотосинтезно активної поверхні (листової пластини, стебла). Максимальний ефект стимуляції був досягнений при використанні лазерного випромінювання середньої періодичності імпульсів. Квантові генератори володіють наступними перевагами – невеликою масою (до 10 кг), компактністю, низькою енергоємністю ($P_{\text{потр.}} = 150$ Вт), вони прості і надійні в експлуатації. Головною їхньою перевагою є екологічна чистота обробки. Рослини, які пройшли обробку лазерним випромінюванням вирізняються підвищеною стійкістю до хвороб, прискореним ростом, більш високою продуктивністю. Створені на базі лазерних установок (з вихідною потужністю в 90 - 110 мВт) промислові лінії передпосівної обробки мають продуктивність по зерновим до 300 - 500 кг/г [2].

Радіаційні методи опромінення РБО джерелами іонізуючих випромінень і ізотопами давно проводяться як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями і дослідниками з метою з'ясувати реакції рослин на зовнішні стресові впливи і при випромінюванні метаболічних і фотосинтезних процесів.

Ціленаправлене опромінення насіння і рослин в період вегетації дозволило встановити факт підвищення схожості і прибавки врожайності. Обробка рослин

в час вегетації в 200 - 500 г призводить в основному до активації мутагенних процесів.

Результати досліджень говорять про незначні прибавки врожайності при опромінюванні у – променями насіння і рослин. Конструктивні особливості установок по обробці РБО іонізуючим випромінюванням і ізотопами не дозволяють широко використовувати їх в якості обладнання в сільськогосподарському виробництві, так як їхня експлуатація супроводжується підвищеним ризиком радіактивного зараження, як об'єкта що опромінюється, так і обслуговуючого персоналу.

Магнітні методи обробки – являють собою вплив на насіння і рослину в період вегетації зовнішнім постійним магнітним полем (ПМП) різною напруженості (до 300 Ерстед) з метою підвищення проникності мембран клітинних структур, вплив на мембранний потенціал і прискорення ферментативних реакцій. Величину магнітної індукції в зразках дослідних установок регулюють шляхом зміни робочого зазору між полюсами постійних магнітів. В насіння, яке пройшло обробку в постійному магнітному полі помітно підвищується схожість, а рослини в період вегетації – стають більш життєздатними і стійкими до зміни зовнішніх погодних умов [5].

Імпульсні магнітні поля за своєю дією на РБО аналогічні дії постійних магнітних полів, різниця проявляється в часі обробки на порядок нижче.

В останні роки з'явилося багато публікацій про використання так званої «живої» або магнітообробленої води - води, яка пройшла обробку в полі постійного магніту і тривалий час зберігає в своїй структурі біологічно активні молекулярні сполуки. Зволоження посівного матеріалу і полив рослин в період вегетації магнітоактивованою водою дає збільшення енергії проростання до 3-8% і приріст врожайності до 16%. У зв'язку з тим, що нез'ясованим залишається механізм виникнення МП і структура його носіїв, цей метод обробки недостатньо вивчений теоретично, проте знайшов широке практичне застосування в приватному секторі. В сільськогосподарському виробництві метод обробки води в полях постійних магнітів не отримав широкого використання.

Методи зовнішнього впливу на РБО, пов'язаних з використанням змінних електричних полів являються найпоширенішими на сьогоднішній день і дозволяють створювати нові технології, які володіють максимальною біологічною і економічною ефективністю.

Висновки

Аналіз існуючих методів стимуляції посівного матеріалу показує, що застосування електротехнологічних методів активації насінного матеріалу є актуальною задачею для сільського господарства, вирішення якої дозволить покращити посівні якості насіння та підвищити врожайність сільськогосподарських і, особливо, тепличних культур.

Список літератури

1. Бадретдинов Б.Ф. Электротехнология и урожайность сельскохозяйственных культур / Бадретдинов Б.Ф., Тюр А.А., Каюмов Я.М. – Уфа: БГАУ, 2000. – С. 90 - 92.
2. Березина Н.М., Каушанский Д.А. Передпосевное облучение семян сельскохозяйственных растений. Под. ред. чл.-кор. АН СССР А.М. Кузина. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Атомиздат, 1975, 264с.
3. Гальчинська В.А. Напрями підвищення конкурентноспроможності овоченасіневої продукції / В.А. Гальчинська // Економіка АПК., 2002. - №5. – С.49-51.
4. Довідник по овочівництву закритого ґрунту / Л.М.Шульгіна, Г.Л.Бондаренко, М.О.Склярєвський та ін. За ред. Л.М.Шульгіної. – К.: Урожай, 1989. – 246 с.
5. Ксенз Н.В.; Качеишвили С.В. Анализ электрических и магнитных воздействий на семена / Механизация и электрификация сел.хоз-ва, 2000; №5. – С.30.
6. Никифорова Л.Є. Огляд існуючих способів підвищення врожайності овочевої продукції в захищеному ґрунті / Л.Є. Никифорова. // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. «Проблеми енергозбереження в АПК України». – Х.: ХДТУСГ, 2004. – Вип. 27, Т. 2. – С. 85-89.

УДК 621.31:631.371

Безкровний М.Ф., доктор економічних наук, доцент
Білоцерківський національний аграрний університет.

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЕКОНОМІЧНОГО ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ФОРМ ІНЖЕНЕРНО - ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВДОСКОНАЛЮВАННЯ СІЛЬСЬКОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

Розглянуто економічну ефективність організації технічного обслуговування електроенергетичного господарства сільськогосподарських підприємств, слід звернуто увагу на завдання електрифікованих машин: підвищення технічної готовності засобів електрифікації до роботи; зниження витрат на експлуатацію; скорочення невиробничих витрат із-за простою машин і устаткування; зниження матеріальних і трудових витрат на виробництво одиниці сільськогосподарської продукції або роботи.

Обґрунтовано вимоги під час розрахунку показників, що характеризують ефективність впровадження проекрованої організаційної структури електроенергетичної служби: - собівартість сервісного обслуговування 1 у.о. обсягу робіт по електрогосподарству; - рівень зниження собівартості обслуговування електрогосподарства; - розрахункова річна економія - комерційний річний економічний ефект; - строк окупності капіталовкладень у ремонтно-експлуатаційну базу; - коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень; - порівняльний економічний ефект за розрахунковий період часу; середньорічний економічний ефект.

Ключові слова: економічна ефективність, інженерно-технічне забезпечення, сільська електроенергетика, економічна ефективність.

Спеціалізована електроенергетична служба покликана підтримувати електротехнічне господарство в працездатному стані, підвищувати технічний рівень виробництва шляхом впровадження в АПК досягнень науки, техніки, енергозберігаючих технологій, нетрадиційних джерел енергії й т.д. В остаточному підсумку раціональна організація інженерно-технічного забезпечення сільської електроенергетики послужить стимулом економії трудових і матеріальних ресурсів в агропромисловому виробництві. Залежно від конкретних умов, витрати виробництва формуються із двох видів витрат: виробничою, обумовленою підтримкою електроенергетичного господарства на належному технічному рівні, тобто витрат на виконання робіт з технічного обслуговування й ремонту власними силами господарства й оплату послуг підрядних організацій; невиробничих, сполучених з аварійним виходом з ладу електроенергетичного устаткування, неякісним електропостачанням і нераціональним застосуванням електроенергії.

При цьому сільськогосподарським підприємствам економічно вигідно мати енергетичну службу при умові:

$$D_o = S_o + I_f \leq \frac{C_{EON} + I + O_D + O_i}{Q_{EO}}$$

де D_o - величина розцінки за послуги, грн. /у.о.; S_o - собівартість послуг, грн. /у.о.; I_f - планові накопичення, грн. /у. о; Q_{EO} - розмір електроенергетичного господарства, у.о.; C_{EON} - витрати на змісти електротехнічної служби в господарстві, грн.; M, T - витрати на матеріали й транспортні витрати, грн.; U_m - матеріальний збиток від аварійного виходу з ладу електроенергетичного устаткування або мережі, грн.

Вибір раціональної структури електроенергетичної служби сільськогосподарського підприємства багато в чому визначає якісну сторону технічного переоснащення агропромислового виробництва, організацію грамотної експлуатації засобів електрифікації виробництва.

Для економічного обґрунтування раціональної форми організації електроенергетичної служби сільськогосподарського підприємства пропонується розглядити найбільш оптимальні варіанти.

I варіант. Задіяне електроенергетичне господарство підприємства закріплюється за конкретними працівниками електроенергетичної служби, які і виконують комплекс згаданих робіт.

II варіант. У складі електроенергетичної служби організовуються спеціалізовані ділянки (підрозділи) по технічній експлуатації, ремонту і монтажу устаткування.

Ділянку технічної експлуатації виконує оперативне і технічне обслуговування устаткування і мереж.

Ділянка ремонту і монтажу відповідно займається поточним і капітальним ремонтами електроустаткування і мереж, монтажними і контрольно-вимірювальними роботами.

III варіант. Персоналом електроенергетичної служби виконуються оперативне чергування, технічне обслуговування і поточний ремонт електроустаткування і мереж. Капітальний ремонт, монтажні, пусконаладжувальні і контрольновимірювальні роботи передані у ведення виїзних бригад спеціалізованих ремонтно-монтажних підприємств.

Розглядаючи економічну ефективність організації технічного обслуговування електроенергетичного господарства сільськогосподарських підприємств, слід звернути увагу на завдання електрифікованих машин: підвищення технічної готовності засобів електрифікації до роботи; зниження витрат на експлуатацію; скорочення невиробничих витрат із-за простою машин і устаткування; зниження матеріальних і трудових витрат на виробництво одиниці сільськогосподарської продукції або роботи.

До показників, що характеризують ефективність впровадження проектової організаційної структури електроенергетичної служби, відносять:

1. Собівартість сервісного обслуговування 1 у.о. обсягу робіт по електрогосподарству:

$$S_{\text{с.в.}} = \frac{\sum_1^n \dot{E} \ddot{I}_{E^3} + \dot{I}_{EE}}{Q_{E\ddot{O}}},$$

де $\sum_1^n \dot{E} \ddot{I}_{E^3}$ - сумарні витрати на утримання електрогосподарства,

грн.; $\dot{I}_{\zeta E}$ - невиробничі витрати, пов'язані з аварійним виходом з ладу електроустановок, грн.; $Q_{E\ddot{O}}$ - обсяг робіт по електроенергетичному господарству, у.о.

2. Рівень зниження собівартості обслуговування електрогосподарства:

$$\dot{O}_{NS} = \frac{S_{\acute{o}\acute{a}} - S_{\acute{o}\ddot{i}}}{S_{\acute{o}\acute{a}}} \cdot 100,$$

де $S_{\acute{o}\acute{a}}$ і $S_{\acute{o}\ddot{i}}$ - собівартість обслуговування 1 у.о. обсягу електрогосподарства при існуючих і проектній формах організації електроенергетичної служби, грн./у.о.

3. Розрахункова річна економія - комерційний річний економічний ефект:

$$E_{\ddot{O}} = (S_{\acute{o}\acute{a}} - S_{\acute{o}\ddot{i}}) \cdot Q_{E\ddot{O}}$$

де $Q_{E\ddot{O}}$ - обсяг робіт по електрогосподарству в проектному варіанті, у.е.

4. Строк окупності капіталовкладень у ремонтно-експлуатаційну базу:

$$\dot{O}_{\acute{E}} = \frac{\sum_1^m \dot{E} \ddot{I}_3}{E_{\ddot{O}}}$$

У випадку, якщо господарство має у своєму розпорядженні частину об'єктів ремонтно-експлуатаційної бази, то визначають строк окупності

додаткових капіталовкладень, тобто тих, які безпосередньо сприяли одержанню комерційного економічного ефекту:

$$\dot{O}_{\Delta \hat{E}} = \frac{\sum_1^m \hat{E} \ddot{i}_3 - \sum_1^q \hat{E} \acute{a}_3}{E_{\dot{O}}} = \frac{\Delta \hat{E}}{E_{\dot{O}}},$$

де $\sum_1^q \hat{E} \acute{a}_3$ - капіталовкладення в ремонтно-експлуатаційну базу 1

за існуючою формою організації електроенергетичної служби, грн.

5. Коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень:

$$\hat{A}_{\dot{O}} = \frac{E_{\dot{O}}}{\hat{E}_{\hat{A}}} = \frac{1}{\dot{O}_{\hat{E}}} \geq \hat{A}_f = 0,1. - \text{умова ефективності капіталовкладень,}$$

де E_n - Нормативний коефіцієнт економічної ефективності капіталовкладень.

6. Порівняльний економічний ефект за розрахунковий період часу:

$$E_{\dot{O}} = \frac{(C_{\acute{o}\acute{a}} - C_{\acute{o}\ddot{i}}) \cdot Q_{E\ddot{o}\ddot{i}}}{\hat{A}_f + R_t}$$

де $C_{\acute{o}\acute{a}}, C_{\acute{o}\ddot{i}}$ - питомі наведені витрати по існуючій й проектній організаційній формам електроенергетичної служби, грн. /у.о.; R_t - норма реновації, обумовлена з урахуванням фактора часу.

Питомі наведені витрати розраховують по формулі:

$$C_{\dot{O}} = S_{\acute{o}\acute{a}} + \frac{\sum_i \hat{E}_3}{Q_{E\acute{a}}} \cdot E_f$$

7. Середньорічний економічний ефект:

$$E_{\ddot{N}\dot{O}} = \frac{E_{\dot{O}}}{\dot{O}_D}$$

де $\dot{O}_D$ - розрахунковий період, рік.

Розрахункові показники зводять у підсумкову таблицю й узагальнюють

Список літератури

1. Економіка і організація аграрного сервісу. За ред. П.О. Мосіюка, - К.: ІАЕ УААН, 2001.
2. Водяников В.Т. Экономика и организация сельской энергетики. Учебное пособие. - М.: МГАУ, 1977. - 301 с.
3. Конкин Н.С., Фрейдин Ю.М. Техничко-экономические вопросы электрификации сельского хозяйства. М.: Энергопромиздат, 1986.
4. Коньгин А.А. Фермерское хозяйство США. М.: Энергопромиздат, 1989.
5. Методические рекомендации по организации внутрихозяйственного расчета на межхозяйственных предприятиях Агропромэнерго. М.: МИИСП, 1990.

6. Практикум по организации производства в сельскохозяйственных предприятиях (под. ред. профессора Н.С. Власова). М.: Агропромиздат, 1986.
7. Романов Н.Н., Попов Н.С. Финансовые аспекты эффективности энергетического производства. М.: Энергия, 1978.
8. Рывкин Е.Л., Щербинин Н.И., Ендейкин А.И. и др. Устойчивость энергоснабжения механизированных животноводческих ферм. – Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1990.
9. І.М.Сотник. Економіка енергетики навчальний посібник.-С.: СумДУ, 2008.-262 с
10. Лившин А.Я. Введение в рыночную экономику, ч. I и ч. II М.: Издательство «Станкин», 1992.
11. Прусов Л.Г. Основы рыночной экономики. Киев, РПО «Полиграфтехника», 1993.

УДК 631.544

Червінський Л.С., доктор технічних наук, професор
Білоцерківський національний аграрний університет

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СВІТЛОКУЛЬТУРИ РОСЛИН В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

Проаналізовано можливість оптимізації параметрів опромінення рослинної та овочевої продукції в спорудах захищеного ґрунту, визначення найбільш ефективного спектрального складу оптичного випромінювання, величини опроміненості у відповідності до фази розвитку рослини та тривалості (дози) опромінення при сталих оптимальних параметрах мікроклімату на мінерального складу ґрунту.

Ключові слова: теплиця, фотосинтезне опромінення, мікроклімат, режим опромінювання.

Актуальність та постановка проблеми. При вирощуванні рослин в теплицях та інших спорудах захищеного ґрунту важливим параметром мікроклімату, що впливає на формування якості та врожайності культур є фотосинтезне опромінення, особливо в пори року, коли сонячного світла є недостатньо.

Сучасна світлокультура рослин, як новий високоінтенсивний тип сільськогосподарського виробництва, являє собою широку комплексну проблему, успішне вирішення якої пов'язано з участю різних спеціалістів – фізіологів рослин і світлотехніків, агрономів і електротехніків.

Основні матеріали дослідження. Основними факторами, що впливають на розвиток і ріст рослин є: режим опромінення, ефективність засвоєння поживних речовин, вплив коливань температури і вологості. [2, 3]. Всі наведені параметри мікроклімату є взаємозв'язаними і взаємозалежними. В даний час такі параметри як вологість ґрунту та повітря в приміщенні, температура в приміщенні і мінеральний склад ґрунту достатньо вивчені і можуть стабілізуватися в заданих значеннях.

Проте стабілізація їх визначених значень займає значний проміжок часу в технологічному процесі. При цьому регулювання необхідних параметрів опромінення (спектрального складу випромінювання, інтенсивності випромінювання та його тривалості) потребує значного меншого періоду часу і досягається меншими витратами.

Проаналізуємо можливість оптимізації параметрів опромінення за допомогою побудованої нижче залежності.

Регресійну залежність впливу факторів опромінення в загальному вигляді можна представити виразом:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 \quad (1)$$

де b_0 – вільний член, що характеризує сталі параметри мікроклімату;

b_1, b_2, b_3 – коефіцієнти впливу факторів;

x_1, x_2, x_3 – фактори впливу;

x_1 - інтенсивність випромінювання (опроміненість),

x_2 , час дії опромінення,

x_3 - спектральний склад потоку оптичного випромінювання (спектр фотосинтезної дії).

Взаємодію цих факторів i , відповідно, ефективність опромінення характеризують три останні члени рівняння регресії. Їх взаємозв'язок і важливість залежить від світлотехнічних і енергетичних характеристик світильників і джерел фотосинтезного випромінювання, що застосовуються в теплиці.

Висновок. Підвищення ефективності технологічних процесів вирощування рослинної та овочевої продукції в спорудах захищеного ґрунту неможливе без оптимізаційного підходу до світлокультури технологічного процесу, зокрема, визначення найбільш ефективного спектрального складу оптичного випромінювання, величини опроміненості у відповідності до фази розвитку рослини та тривалості (доза) опромінення при сталих оптимальних параметрах мікроклімату на мінерального складу ґрунту.

Вирішуючи наведені задачі оптимізації можна знайти найбільш ефективні значення факторів впливу [4]. При цьому можна використовувати різні методи: математичний, експериментальний, метод експертних оцінок Дельфі, тощо.

Список літератури.

1. Червінський Л.С. Світлокультура рослин. Процес становлення / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук // Енергетика і автоматика. – 2010. – № 3(5) [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http:// www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010-3/index.htm](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/eia/2010-3/index.htm) (електронне фахове видання).

2. Червінський Л.С. Математичне моделювання просторової фотосинтезної опроміненості в спорудах захищеного ґрунту/ Червінський Л.С., Луцак Я.М. / Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти, Вип. №4. Мелітополь, - 2016. С.53-61.

3. Червинский Л.С. Обоснование влияния спектрального состава источников световой энергии на жизнедеятельность растений в сооружениях закрытого грунта / Червинский Л.С., Луцак Я.Н. // Теоретический и научно-практический журнал Всероссийского научно-исследовательского института электрификации сельского хозяйства «Инновации в сельском хозяйстве». – Москва: – ВИАЭСХ. 2016 – Выпуск №4(9) – С. 180-187.

4. Червінський Л.С. Метод визначення просторової фотосинтезної опроміненості / Червінський Л.С., Усенко С.М., Книжка Т.С., Луцак Я.М.// Технічна електродинаміка/ Інст. Електродинаміки НАН України, №5 – 2016- м.Київ, С. 88-90.

УДК: 620.92

Майдан П.С., канд. техн. наук, доцент

Соколан Ю.С., канд. техн. наук, доцент

Хмельницький національний університет

ГІБРИДНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ СОНЦЕ+ВІТЕР-ДИЗЕЛЬНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

За сучасними оцінками, технічний ресурс поновлюваних (нетрадиційних) джерел енергії (переважна частка - енергії вітру та сонця) досить суттєвий. Економічний потенціал використання нетрадиційних джерел енергії залежить від вже існуючих економічних умов, наявності, вартості та, відповідно, якості запасів копалин. Нетрадиційна енергетика здатна зробити значний внесок у розв'язок однієї із найважливіших проблем енергозабезпечення децентралізованих районів, тим більше в сучасних умовах.

Найбільш перспективним варіантом, на сьогоднішній день, для побудови автономних комплексів для приватних житлових будинків представляється інтеграція дизельної системи із електропостачанням від сонячних та вітрових енергетичних станцій.

Ключові слова: фотоелектростанція, вітроустановка, дизель генератор, енергетична система, автономна гібридна система.

Провівши аналіз сучасного ринку можливо побачити багато сонячних, вітрових або, навіть, гібридних систем. Проте якщо більш детально оцінити пропозиції то стає очевидно, що у 80% випадків заявлена номінальна потужність не зовсім відповідає встановленим стандартам. Наприклад, на вітроустановках (ВУ) китайського виробництва заявлена потужність вказана на швидкість вітру не в 11 м/с, як це описано в стандартах International Electrotechnical Commission, а на швидкість в 12, 15 чи 20 м/с, що фактично означає, що потужність у декілька разів менша стандартного номіналу; питоме вироблення енергії береться не враховуючи ймовірнісний розподіл вітру та є завищеним [1, 2, 3, 4].

Коефіцієнт використання енергії вітру ВУ найчастіше замінюють на ККД (тобто передачу енергії від вітроколеса до самого споживача) тоді він перевищує максимально можливе значення коефіцієнту використання енергії

вітру Жуковського-Бетца - 0,593. Питоме вироблення електроенергії, яке вказує виробник - за ідеальних умов навколишнього середовища, наприклад, в горизонтально-осьових установках при колінеарності вектору вітрового потоку, що набігає, та осі обертання. Для фотоелектричних модулів, які виготовлені на базі аморфного кремнію з ККД нижче 8% також вказується завищена потужність при прямому освітленні, так як вказується освітленість 1000 Вт/м, яка просто не відповідає реальним значенням [2, 3].

Спільна робота дизельної електростанції та установок нетрадиційних джерел енергії в автономній гібридній системі найбільш раціонально використовується як робота вітро- та фотоелектростанції на електричну мережу, роль якої виконує дизельна електростанція. В цьому випадку дизель генератор представлено в якості основного джерела електроенергії, а генерація електроенергії від нетрадиційного джерела, дозволить економити паливо.

Для стійкої роботи такої системи електропостачання частка миттєвої потужності нетрадиційної частини енергетичного комплексу не повинна перевищувати 50% від потужності дизельного генератора. А співвідношення середньої потужності дизельної та нетрадиційної частин енергетичного комплексу має відповідати відношенню п'ять до одного [4].

Структура такої системи наведена на рисунку 1 [4].

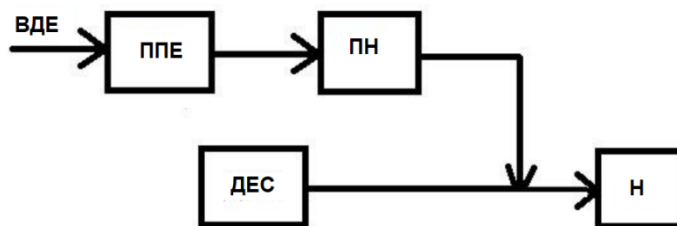


Рис. 1. Гібридна енергетична система із постійно працюючою дизельною електростанцією: ПРЕ – перетворювач первинного енергоресурсу; ПН – перетворювач напруги; Н – навантаження; ДЕС – дизельна електростанція

Перевагою таких систем є простота конструкції, що, в свою чергу, дозволяє знизити вимоги до загальної системи керування та звести до мінімуму обсяг обладнання. Недолік - порівняно невеликий обсяг заміщення генерації від дизельної електростанції.

Вітро-дизельні електричні станції (ВДЕС) широко використовуються в усьому світі там, де є проблеми з будівництвом електроенергетичних мереж чи доставкою необхідного палива. Досвід будівництва ВДЕС у внутрішній Монголії (Китай), північній Ірландії, Австралії, на островах Аляски та Середземному морі свідчить про їхню високу ефективність, тобто є величезний потенціал для впровадження децентралізованих систем електропостачання. Так, наприклад, в Індії, де уряд приділяє особливу увагу використанню вітрової енергії, є близько 80 тис. сіл, в яких взагалі відсутня можливість будь-коли бути підключеними до загальнодержавної мережі [4, 5].

Досвід експлуатації ВДЕС свідчить про технічну можливість створення надійної та ефективної енергетичної системи, що працювати окремо від центральної або загальнодержавної електроенергетичної мережі.

Робочі якості станції гарантують, що можна отримати кращі експлуатаційні показники за умови встановлення більшої кількості вітроенергетичних установок або вибору місцевості з вищим вітровим потенціалом.

Відповідно до рисунку 2 основним джерелом електроенергії є акумуляторна батарея (АКБ), що отримує енергію від фотоелектричних модулів (ФЕС) під керуванням контролера заряджання/розряджання АКБ. У такій системі дизель-генератор (ДГ) буде використовуватись як резервне джерело живлення. У разі нестачі заряду АКБ за допомогою системи автоматичного вмикання резерву (САВР) через 5 хв здійснюється перемикання живлення навантаження від ДГ, щоб забезпечити його пуск.

Для збільшення надійності електропостачання використовується інвертор, для перетворення постійної напруги (DC24V) в змінну (AC220V) та забезпечення безперебійної передачі електроенергії в п'ятихвилинній перерві при перемиканні живлення з ДГ на ФЕС або блок АКБ. У таких випадках забезпечується надійне електропостачання, безперебійне живлення та, звичайно, економія палива.

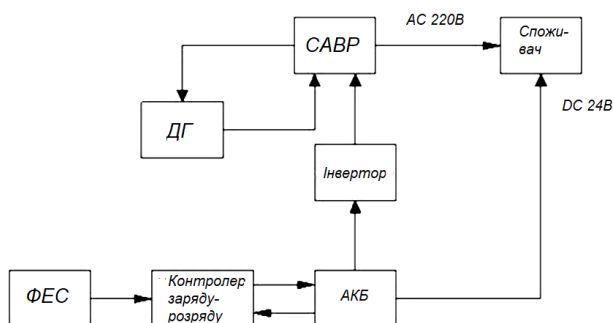


Рис. 2. Функціональна схема системи електропостачання на базі нетрадиційних джерел енергії та дизельному генераторі

Автоматичне регулювання електричних навантажень за трьома фазами виконується за допомогою контролера, лічильники електроенергії враховують кількість споживаної потужності. Резервування основного джерела енергії іншим відбувається за допомогою САВР [4, 5].

Основною проблемою для оптимізації будови гібридних енергоустановок на основі нетрадиційних джерел енергії та дизельних генераторів на сьогоднішній момент є відсутність чітких критеріїв для такої оптимізації. Максимізація виробітку електроенергії за рахунок нетрадиційних джерел енергії, на відміну від центрально-мережевих установок, не може бути таким критерієм через неузгодженість графіка виробітку електроенергії первинним джерелом та її споживання населеним пунктом.

Загалом економічний ефект від застосування тієї чи іншої енергоустановки може бути оцінений за сумою капітальних (переважно

вартість ключових компонентів) та експлуатаційних (переважно вартість дизельного палива) витрат.

Список літератури

1. Гібридні системи для енергопостачання будинку. - Режим доступу: <https://alterair.ua/articles/gibridnyie-sistemyi-dlya-doma/>
2. Автономне електропостачання. - Режим доступу: <http://greensystem.com.ua/index.php/avtonomelectrosnab-menu>
3. Автономне гібридне опалення. - Режим доступу: <http://snt.biz.ua/solutions/avtonomnoe-gibridnoe-otoplenie/>
4. Автономні гібридні системи електропостачання з використанням Сонячної енергії. - Режим доступу: <http://www.solarbat.info/drugoe/avtonomnie-gibridnie>
5. Відроджені джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відродженої енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

УДК: 681.5

Кепко Я.О., студент 1 курсу

Білоцерківський національний аграрний університет

Науковий керівник: **Кепко О.І.**, кандидат технічних наук, доцент.

Уманський національний університет садівництва

ОСОБЛИВОСТІ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТРАНЗИТНОГО КАЛОРИМЕТРА

Автоматизація транзитного калориметра, що належить до теплотричних калориметрів та працює в скануючому режимі дає можливість не тільки підвищити точність комплексного вимірювання теплофізичних характеристик лабільних матеріалів, але одержати принципово нову інформацію – встановити функціональний зв'язок між жирністю і теплопровідністю вершків, гістерезис теплоємності молочного жиру тощо.

Ключові слова. Автоматичне управління, теплофізичні характеристики, теплоємність, транзитна калориметрія, тепломір.

При дослідженні теплофізичних характеристик ТФХ підтримання стаціонарних та перехідних режимів ручним керуванням планіметриванням з виконанням вимог квазістаціонарного методу вручну приводить до появи, крім систематичної ще й і випадкових похибок, які почасти не вкладаються до їх нормального розподілу. В зв'язку з цим виникає необхідність підвищення точності вимірювань шляхом автоматизації процесу вимірювання ТФХ.

Базовими елементами транзитного калориметра є тепломіри – малогабаритні малоінерційні датчики густини теплового потоку q , Вт/м², розроблені в Україні, які тепер застосовуються в багатьох країнах світу, причому їх товщина від 1-2 мм доведена до кількох мікрометрів [1].

Метою дослідження було автоматизувати процес визначення ТФХ шляхом використання транзитного калориметра для комплексного вимірювання теплофізичних характеристик молочних продуктів.

За умови стаціонарного теплового потоку, нормального до цих поверхонь, сигнали тепломірів $q_1 = q_2 = q$, це дає можливість визначати теплопровідність λ , Вт/(м·К) зразка:

$$\lambda = q/\Delta t \quad (1)$$

де: $\Delta t = t_1 - t_2$ – різниця температур на поверхнях зразка.

Якщо між двома стаціонарними режимами зробити збурення по q або t та фіксувати q_1 , q_2 , t_1 і t_2 то одержимо замкнуту поверхню Q , Дж/м²

$$Q = \int (q_1 + q_2) dt \quad (2)$$

Це дає можливість підрахувати об'ємну теплоємність C_v , Дж/(м³·К)

$$C_v = \frac{Q}{h \cdot \delta \cdot t} \quad (3)$$

де: h – товщина зразка.

Оскільки новий стаціонарний режим може служити початком нового циклу, маємо можливість за один дослід вимірювати λ та C_v в залежності від температури зразка, що є важливим для лабільних матеріалів. Температуропровідність $\alpha = \lambda/C_v$ та теплову активність $b = \sqrt{\lambda \cdot C_v}$ одержуємо розрахунком.

Більш швидкісним виявився квазістаціонарний режим калориметра (регулярний режим другого роду), коли виконується умова $q_1/q_2 = \text{const}$. Для цього необхідно, наприклад, підтримувати $q_1 = \text{const}$ або температури поверхонь лінійно змінювати в часі [2].

Безперервний запис q_1 , q_2 , t_1 та t_2 , дає можливість в будь який момент досліді обчислити обидві ТФХ:

$$\lambda = \frac{(q_1 + q_2)h}{2\Delta t}; \quad C_v = \frac{q_1 - q_2}{u\alpha}; \quad (4)$$

де: $u = \delta t/(\tau_2 - \tau_1)$ – швидкість зміни температури поверхонь зразка.

Роботу установки із ТК-ТК (рис. 1) автоматизовано шляхом її сполучення із комп'ютером.

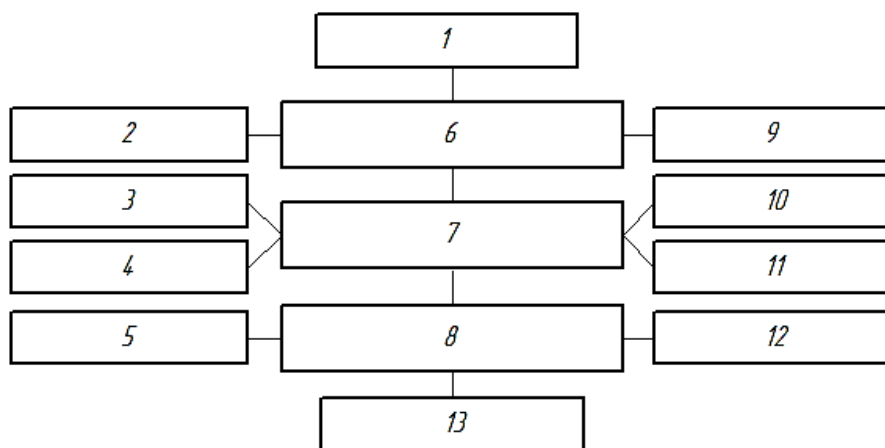


Рис. 1. Блок-схема приладів для вимірювання ТФХ.

1, 13 – регулювання; 2, 5 – термостатування; 3 – механічне навантаження; 4 – товщина шару; 6 – підвищення температури; 7 – вимірювання; 8 – відведення теплоти; 9, 12 – живлення; 10 – густина теплового потоку; 11 – температура.

На вхід транскриптора подавались сигнали тепломірів e_q та від термопар e_t , мВ.

На комутаторі встановлюють перелік каналів опитування: q_1 , q_2 , t_1 , t_2 , Δt та кількість вимірювань. За допомогою таймера задаються проміжки часу між записами каналів та вимірюванням електричних сигналів, після чого обчислювально-порівняльний комплекс підключають до мережі. Діалог калориметра із ПК має зворотній зв'язок. Наприклад, якщо відхилення q_1 , чи q_2 від постійних значень перевищує дозволений рівень, подається звуковий сигнал, обчислення ТФК зупиняється.

Різне зменшення випадкових похибок внаслідок автоматизації калориметра привело не тільки до підвищення точності визначення ТФХ, але й до отримання нової інформації. Так, в роботі [3] де досліджували залежність ТФХ вершків від жирності J , при цьому вдалося розв'язати «інверсну» задачу – встановити залежність жирності від λ , близьку до функціональної. Це важливо для молочної промисловості, оскільки визначити λ можна значно швидше, ніж J . Встановлено також, що теплоємність молочного жиру МЖ в температурному діапазоні активних фазових перетворень [4] залежить від того, нагрівається МЖ або охолоджується [5]. Це може привести до корекції довідникових даних [6].

Висновок. Порівняно проста схема автоматизації калориметричних установок полегшила працю оператора, збільшивши точність вимірювань, дала можливість одержати принципово нову інформацію. Її можна використовувати в інших приладах, коли первинні перетворювачі виробляють малі сигнали постійного струму.

Список літератури

1. Датчик для измерения локальных тепловых потоков: пат. 159048 СССР : G01K 17/08. № 793219/26-10 ; заявл. 01.09.1962 ; опубл. 22.11.1963, Бюл. № 23. 58 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=39597375>
2. Upadhyay N. et al. Detection of adulteration by caprine body fat and mixtures of caprine body fat and groundnut oil in bovine and buffalo ghee using differential scanning calorimetry. *International Journal of Dairy Technology*. 2017. Vol. 70, №. 2. P. 297–303. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12336>.
3. Використання кореляції товарознавчих і теплофізичних характеристик вершків для їх експертизи / В.М. Керко та ін. *Science and Technology of the Present Time: Priority Development Directions of Ukraine and Poland* : International Multidisciplinary Conference, м. Wolomin, 19–20 жовт. 2018 р. Wolomin, 2018. С. 102–106. <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/2775>.
4. Егоров В. М., Марихин В. А., Мясникова Л. П. Фазовые переходы в молекулярных кристаллах дикарбоновых кислот. *Физика твёрдого тела*. 2013. Т. 55, № 5. С. 975–980. <http://journals.ioffe.ru/articles/viewPDF/1039>.
5. Study of blurring and hysteresis of phase transformations of milk fat by transit calorimetry method / V.G. Fedorov et al. *Carpathian Journal of Food*

6. Теплофізичні характеристики продуктів і матеріалів АПК : довідник / В.Г. Федоров та ін. Умань : Редакц.-вид. від. УНУС, 2014. 352 с.
<http://www.lib.udau.edu.ua/handle/123456789/2762>.

УДК. 62-9

Мардзявко В.А., асистент

Миколаївський національний аграрний університет

АНАЛІЗ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОМУ ВИПРОМІНЮВАЧІ ДЛЯ РОЗРОБКИ УСТАНОВКИ ВІБРАЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ЄМНОСТЯХ

Виконаний аналіз перехідних процесів електродинамічного перетворювача для оптимізації параметрів установки вібраційної обробки насипних середовищ в ємностях.

Ключові слова: перехідний процес, електродинамічний випромінювач, вібраційна обробка, еквівалентна індуктивність, резонансна кутова частота, віброімпульс.

Актуальність дослідження. Одним з головних завдань підприємств агропромислового комплексу є збереження великих обсягів (мільйони тон) сільськогосподарської продукції [1]. Це досягається їх утриманням насипним способом в контейнерах, силосах, бункерах протягом сезону сільськогосподарських робіт. Протягом часу насипна продукція злежується, тертя між елементами насипної маси зростає і виникає проблема вивільнення десятків і сотень тон продукції з великих ємностей, наприклад, з бункерів, крізь засувки. Проблема, не вирішена вчасно, загрожуює виробничій діяльності підприємства зупинкою виробничого процесу.

Метою роботи є аналіз електродинамічного перетворювача для розробка електротехнологічної установки вібраційної обробки насипних середовищ в ємностях.

Результати дослідження. Електротехнологічна установка для вібраційної обробки призначена для виконання функцій очищення налипань, запобігання та усунення зависань матеріалів в металевих бункерах, очищення стінок металевих бункерів, силосів, різних перевантажувальних пристроїв і інших поверхонь від завислих, налиплих, примерзлих сипучих матеріалів, (руди, шихти, концентрату, вапняку, вугілля, коксу, формувальних сумішей, комбікормів, цементу, борошна, сухого молока інших дрібнодисперсних речовин і матеріалів), а також для струшування рукавів і електродів рукавних та електрофільтрів з метою регенерації фільтрів [2]. Структурну схему електротехнологічної установки можна представити на рисунку 1.

У електродинамічному випромінювачі відбувається перетворення електричної енергії в механічну. Електродинамічний випромінювач має в своєму складі накопичувач і перетворювач електричної енергії. Його дія заснована на

багаторазовому збільшенні потужності, що досягається шляхом повільного накопичення енергії, що надходить від джерела, і швидкого надходження її в навантаження, плоску котушку, що накладається на штамп, виконаний у вигляді масивного електропровідного середовища [3]. При протіканні імпульсного електричного струму через плоску котушку починаються коливання штамп, що викликаються електродинамічними силами, що виникають в результаті взаємодії струму котушки і струму, індукованого в штампі.

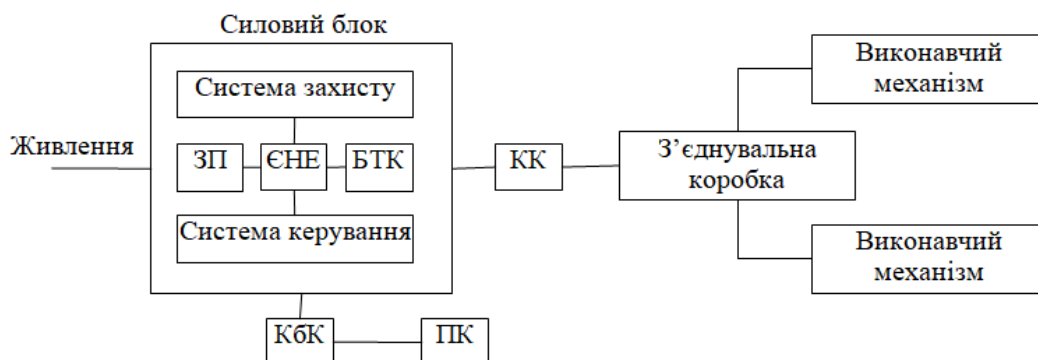


Рис. 1. Структурна схема електротехнологічної установки вібраційної обробки насипних середовищ: ЗП – зарядний пристрій; ЄНЕ – ємнісний накопичувач енергії; БТК – блок тиристорного комутатора; ПК – пульт керування; КК – високовольтний коаксіальний кабель; КБК – кабель керування.

Для дослідження процесів перетворення енергії, що відбуваються в електродинамічному випромінювачі, пропонується математична модель яка утворюється співвідношеннями, що описують імпульс струму, а також співвідношеннями, що відображають процеси, що відбуваються в електродинамічному перетворювачі, і співвідношеннями, що описують коливання ґрунту.

Процес в розрядному контурі описується рівнянням рівноваги напруг:

$$\frac{d\psi}{dt} + L_{\text{э}} i + \frac{1}{C_{\text{э}}} \int_0^t i dt = U_H, \quad (1)$$

Враховуючи те, що потокозчеплення ψ є функцією часу t і переміщення x , що визначається сумою переміщення котушки x_1 і штамп x_2 , еквівалентна індуктивність $L_e(x)$ електродинамічного випромінювача дорівнює:

$$L_e(x) \frac{di}{dt} + K_c(x) \frac{dx}{dt} \cdot i + R_e i + \frac{1}{C_e} \int_0^t i dt = U_H, \quad (2)$$

Вплив відносного руху індуктора на струм у розрядному ланцюзі представимо у вигляді дії як би внесеного опору $R_{\text{вн}}$, що включається послідовно з опором R_e . Величина $R_{\text{вн}}$ визначається співвідношенням:

$$R_{\text{вн}} = K_{\text{сх}} \frac{dx}{dt} = K_{\text{сх}} V_x(t) = K_{\text{сх}} \left[V_x(o) + \Delta V_x(t) \right], \quad (3)$$

де $V_x(t)$, $V_x(o)$ - поточна і початкова швидкості переміщення індуктора; $\Delta V_x(t)$ - зміна швидкості переміщення індуктора.

Виходячи з того, що $R_e + K_{cx} V_x(0) \gg K_{cx} V_x(t)$ можна вважати, що повний опір розрядного контура в процесі роботи електродинамічного випромінювача є величиною постійною. Оскільки L_e практично залишається постійною величиною в процесі розряду, остільки можна вважати, що розряд відбувається в контурі з постійними значеннями R_Σ, L_e, C_e .

Виходячи з необхідності отримання коливального перехідного процесу, параметри схеми повинні вибиратися таким чином, щоб $R_\Sigma < 2\sqrt{L_e/C_e}$. Рішення рівняння (3) при такому співвідношенні параметрів має наступний вигляд:

$$i(t) = \frac{U_0}{\omega_{ce} L_e} e^{-\delta t} \sin \omega_{ce} t, \quad (4)$$

де $\omega_{ce} = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ – кутова частота синусоїдальних коливань, виникаючих внаслідок перетворення енергії електричного поля в енергію магнітного поля і назад, причому ці коливання супроводжуються втратою енергії в опорі; $\omega_0 = 1/\sqrt{L_e/C_e}$ – резонансна кутова частота; $\delta = R_\Sigma / 2L_e$; $R_\Sigma = R_e + R_{en}$; U_0 – напруга заряду конденсаторної батареї.

Електродинамічну силу взаємодії F визначимо як похідну електромагнітної енергії W розглянутих контурів по напрямку x , тобто:

$$F(t) = dW / dx, \quad (5)$$

Електромагнітна енергія двох контурів, по яких проходять струми $i_1(t)$ і $i_2(t)$, дорівнює:

$$W = L_1 \frac{i_1^2}{2} + L_2 \frac{i_2^2}{2} \pm M i_1 i_2, \quad (6)$$

Представляючи електродинамічний випромінювач як один контур з еквівалентною індуктивністю $L_e(x)$, визначимо силу взаємодії:

$$F(t) = \frac{1}{2} \frac{U_0^2}{\omega_{ce}^2 L_e^2} e^{-2\delta t} \sin^2 \omega_{ce} t \cdot \frac{dL_e}{dx}, \quad (7)$$

Величину переміщення x визначимо як результат взаємного переміщення двох мас (котушки m_1 і штампа m_2). Ці маси діють на ґрунт з силою $P = (m_1 + m_2)g$, рівною силі тяжіння.

Якщо взяти до уваги ту обставину, що збудження коливань штампом відбувається в пружному півпросторі з втратами, то функція динамічної реакції ґрунту на переміщення штампа буде мати вигляд:

$$S(x_2) = -h_2 \frac{dx_2}{dt} - k_{cp} x_2, \quad (10)$$

де h_2 – коефіцієнт демпфування коливань; k_{cp} – коефіцієнт, що враховує характеристики середовища, на яке впливають віброімпульси.

Обумовлений з умови $m_1 g = F(t)$, рівняння руху штампа на пружному півпросторі представимо у вигляді рівняння вимушених коливань дисипативної системи з одним ступенем свободи:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{h_2}{m_2} \frac{dx}{dt} + \frac{k_{cp}}{m_2} x = \frac{F(t)}{m_2} + g, \quad (11)$$

Для аналізу впливу процесів у розрядному контурі і елемента механічної системи доцільно використовувати спектральне подання силового впливу. Враховуючи, що період T силового впливу визначається інтервалом $[0, \pi / \omega_{cs}]$, запишемо перетворення Фур'є:

$$H(\omega) = \frac{2\omega_0^2}{\omega_{cs}^3} \frac{W_n}{L_e} \frac{dL_e}{dx} \int_0^T e^{-2\delta t} \cdot \sin^2 \omega_{cs} t e^{-j\omega t} dt, \quad (12)$$

Використовуючи (12), отримаємо співвідношення для амплітудного $G_F(\omega)$ і фазового $\varphi_F(\omega)$ спектрів сили:

$$G_F(\omega) = A \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{\omega_0^2}{\omega_{cs}^3} \sqrt{\frac{e^{2na'} - 2e^{na'} \cdot \cos na'' + 1}{\mu_1^2 + \eta_1^2}}, \quad (13)$$

$$\varphi_F(\omega) = \arctg \frac{e^{2na'} \sin na''}{e^{2na'} \cos na'' - 1} - \arctg \frac{\eta_1}{\mu_1}, \quad (14)$$

Співвідношення (4, 7, 11, 13, 14) дозволяють встановити вплив різних факторів на роботу електродинамічного випромінювача. Так, збільшення R_e призводить до збільшення теплових втрат і зниження тієї частини запасеної в конденсаторі енергії, яка витрачається на механічну роботу. Разом з тим, збільшення R_e при незмінних значеннях L_e і C_e , а значить і незмінному значенні ω_0 призводить до зміщення максимуму силового імпульсу до його переднього фронту. Величина $G_F(\omega)$ при фіксованій частоті і при $\delta = \text{const}$ буде збільшуватися зі збільшенням ω_0 . Керування генератором ω_0 можна здійснювати шляхом зміни швидкості розряду конденсаторної батареї або зміною схеми включення індукторів. Зміна еквівалентної індуктивності розрядного ланцюга досягається переходом від послідовного до паралельного або змішаного з'єднання котушок, або застосуванням групи перетворювачів, по різному розташованих на поверхні ґрунту.

Висновок. Розглянуто перехідний процес генерації віброакустичних сигналів через плоску поверхню вібратором електродинамічного типу в імпульсному режимі розряда накопичувача енергії. На основі математичного моделювання виконано аналіз, що встановлює зв'язок між формою і амплітудою силового імпульсу і його спектром від величини накопиченої в конденсаторі енергії і параметрів розрядного контуру за умови, що поверхня впливу віброакустичного сигналу представлена у вигляді пружного півпростору. Отримані співвідношення дозволяють визначити основні електричні і геометричні параметри електродинамічного перетворювача і провести його оптимізацію для необхідного спектра випромінюваних частот.

Список літератури

1. Голенков Г., Бондар Р. Моделювання роботи електричного вібратора з коаксіально-лінійним індукційним двигуном при різних законах регулювання. *Технічна електродинаміка*. 2017. Т. 2, № 34. С. 54–60.

2. Бондар Р. Електромеханічні характеристики коаксіально-лінійного синхронного вібратора установки для безтраншейної проходки горизонтальних свердловин. *Технічна електродинаміка*. 2018. № 2. С. 31–36.

3. Yatchey I., Hinny K., Gueorgiev V. Dynamic characteristics of a bistable linear actuator with moving permanent magnet. *Serbian Journal of Electrical Engineering*. 2019. Т. 2, № 1. С. 207–214.

УДК. 62-1/-9

Секкер В.П., студент

Науковий керівник: **Мардзявко В.А.**, асистент

Миколаївський національний аграрний університет

АНАЛІЗ КЛАСИЧНИХ ТА НЕТРАДИЦІЙНИХ СПОСОБІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Анотація. Виконаний аналіз стану питань і досягнутих результатів досліджень в напрямку удосконалення та покращення електричних машин і апаратів та визначений основний напрямком подальшого розвитку.

Ключові слова: енергоресурсозбереження, способи вдосконалення, електричні машини, підвищення технічного рівня, асинхронний двигун.

Вступ. Сучасний стан загальної енергетики характеризується тим, що глобальні процеси супроводжуються зростанням дефіциту і вартості сировини та енергоносіїв. Ці процеси викликають підвищення енергетичних вимог до промислового обладнання та пошук засобів енергоресурсозбереження в електромашино- і апаратобудуванні та удосконалення на новій елементній основі систем генерування і перетворення та комплексів електропостачання.

Метою роботи є аналіз та визначення способів удосконалення і поступового розширення структурного і видового складу електричних машин та підвищення технічного рівня пристроїв електромеханіки.

Результати дослідження. Згідно з [1] існують два традиційні і чотири нові способи підвищення технічного рівня електричних машин (ЕМ), електротехнічних комплексів і електромеханічних агрегатів.

Перший спосіб передбачає удосконалення електромеханічних пристроїв на основі використання нових магнітних та ізоляційних електротехнічних матеріалів зниженням втрат неробочого руху і величин ізоляційних проміжків, а також підвищення стійкості ізоляційних оболонок обмоткових проводів, секцій і котушок обмоток термічним і механіко-технологічним впливам.

Другий спосіб ґрунтується на постійному удосконаленні методів розрахунку і оптимізації.

Вказані два способи були кардинальними на протязі ХХ століття і дозволили багатократно знизити питому матеріалоємність ЕМ і апаратів. Вказану зміну характеризує рис. 1.

Після досягнутого мінімуму габаритні і масовартісні показники виконань асинхронних двигунів (АД) з підвищеним ККД почали зростати. При цьому до

кінця минулого сторіччя виникла ситуація відносної стабільності властивостей електротехнічної сталі (ЕТС) і ізоляції та має можливим лише деяке енергозбереження на основі застосування в магнітопроводах, наприклад, монокристалічної та аморфної ЕТС [2].

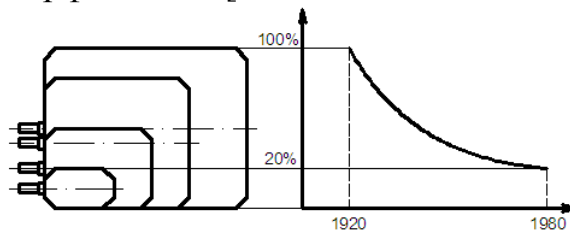


Рис. 1. Зміна масогабаритних показників асинхронного двигуна в минулому сторіччі

Згідно третього способу, зниження питомої матеріалоємності елементів електрообладнання досягається підвищенням електромагнітних навантажень (ЕМН) і застосуванням технічних рішень, способів та пристроїв інтенсифікації охолодження (форсованого повітряного, рідинного, кріогенного). Четвертий спосіб забезпечує суттєве зниження питомої матеріалоємності індукційних перетворювачів підвищенням частоти струму до 200...400 Гц при числі полюсів $2p \leq 4$ [3]. Однак деякі способи потребують суттєвого ускладнення і підвищення вартості конструкцій за рахунок використання додаткових систем і пристроїв (нетрадиційне охолодження, газові або магнітні підшипники, редуктори) і застосовуються в технічно обґрунтованих випадках.

П'ятий спосіб базується на системному підході – інтеграції з електронно-напівпровідниковими пристроями функціонування і регулювання, а також елементами конструкцій приводних механізмів.

Суміщенням електромеханічних перетворювачів з електронними компонентами здійснюється функціональне і конструктивне об'єднання енергетичних та інформаційних процесів в єдиному пристрої [4]. Суміщенням ЕМ з механізмом виключаються проміжкові конструктивні і кінематичні ланки. Це дозволяє зменшити витрати на виготовлення, покращити масогабаритні показники та підвищити продуктивність і ККД електричних механізмів та комплексів обладнання. Одним з шляхів підвищення технічного рівня електромеханічних механізмів і агрегатів, як вже вказувалось, є застосування АД з підвищеною конструктивною пристосованістю до ряду технічних пристроїв. На рис. 2 наведено схеми відцентрових електровентиляторів з торцевими асинхронними двигунами (ТАД).

Компоновки (рис. 2, а, б) відрізняються від традиційної схеми (рис. 2, в) меншими габаритними розмірами і підвищеною симетрією будови, що зменшує число частоти власних коливань і сприяє покращенню віброакустичних характеристик (ВАХ). Перевагами сполучень елементів електровентиляторів (рис. 2, а, б) відносно традиційної будови (рис. 2, в) є вентиляція ТАД і оберненими асинхронними двигунами потоками всмоктуваного повітря. Знижуються механічні втрати і енерговитрати на охолодження та металоемність конструктивної частини вбудованих АД.

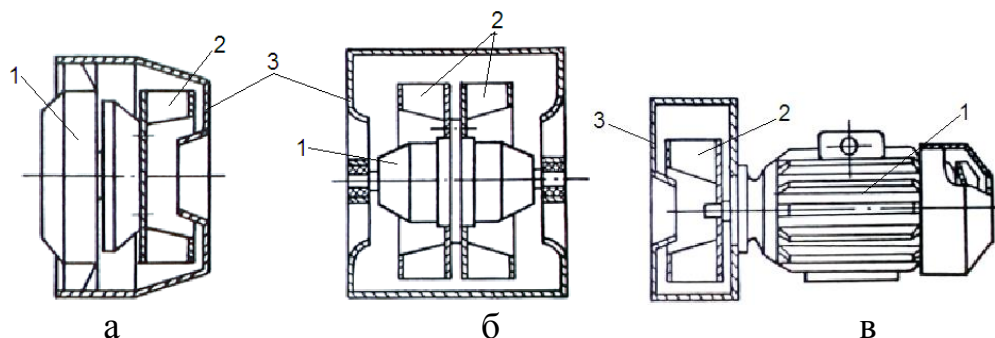


Рис. 2. Схеми відцентрових електровентилаторів: *а* - відцентровийпрямоточний з вбудованим аксіальним двигуном; *б* - відцентровий двостороннього всмоктування з вбудованим оберненим двигуном; *в* - відцентровий з двигуном традиційного виконання; 1 - електродвигун, 2 - робоче колесо, 3 – корпус.

Шостий спосіб уявляється в пошуку і розробці нетрадиційних рішень активної і конструктивної частин ЕМ. Такий спосіб надає можливість зниження як питомої, так і технологічної матеріалоемності «евристичними» структурно-геометричними перетвореннями. Додаткова ефективність підвищення технічного рівня пристроїв і систем електромеханіки утворюється органічним об'єднанням декількох способів удосконалення.

Таким чином у другій половині ХХ століття еволюції пристроїв електромеханіки сприяло удосконалення енергетичних установок транспортних засобів, розвиток теорії і практики систем автоматики, обчислювальної техніки, авіації і космонавтики, а також електронних систем. Це стало причиною виникнення певних напрямків удосконалення електромеханічних пристроїв і іншими способами. Основним напрямком подальшого розвитку є системний підхід, пошук і розробка нетрадиційних рішень активної і конструктивної частини ЕМ, структурні перетворення і структурна оптимізація їх електромагнітних систем.

Висновок. Подальше суттєве зниження матеріаломісткості і підвищення енергетичних показників в рамках сформованих на протязі століття конструктивних виконань обертових і статичних електричних машин традиційними способами не видається можливим. В результаті основним напрямком подальшого розвитку є системний підхід, пошук і розробка нетрадиційних рішень активної і конструктивної частини ЕМ, структурні перетворення і структурна оптимізація їх електромагнітних систем.

Список літератури

1. Ставинський А. Проблема та напрями подальшої еволюції пристроїв електромеханіки. *Електротехніка та електромеханіка*. 2014. Т. 4, № 1. С. 57–61.
2. Лізунов С., Лоханіна А. Силові трансформатори. Вища шк., 2004. 614 с.
3. Ястребов В., Горлов А., Сімінський В. Електроенергетичні установки підводних апаратів. Суднобудування, 1996. 208 с.

4. Ставинський А., Пальчиков О. Асинхронні двигуни з секціонованими внутрішніми та зовнішніми роторами для приводу газових та рідинних нагнітачів. *Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії*. 2018. Т. 10, № 5. С. 85–90.

УДК 621.311:338.43

Азаров В., студент 3 курсу

Науковий керівник: **Музиченко В.А.**, кандидат технічних наук, с.н.с.

Білоцерківський національний аграрний університет

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В АПК

Анотація: Приведена класифікація методів енергозбереження. Вказано на їх переваги та недоліки. Обґрунтована потреба в створенні нових та вдосконалення відомих технологій, конструкторських розробках відповідного обладнання та організаційних заходах для налагодження їх виробництва.

Ключові слова: енергозбереження, ресурсозбереження, технічні засоби, біотехнології, електротехнології, біоенергетичні системи, організаційні заходи.

Прогрес цивілізації передбачає розробку нових технологій та технічних засобів для їх реалізації і безумовно призводить до збільшення енерговитрат, а відтак до зменшення енергоресурсів.

Всі технології, що змінюють фізичний стан об'єкта, а саме: температура, вологість тощо, споживають таку кількість енергії, яка необхідна для цієї зміни незалежно від виду енергії. В таких технологіях економія енергії неможлива.

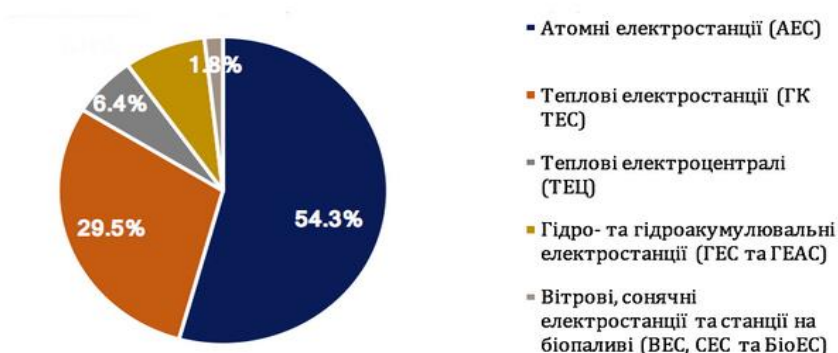
Енергоощадні технології можливі тільки за участі в них біологічних об'єктів, що змінюються при їх вирощуванні, зберіганні тощо. Та й тут йдеться не про розробку нової технології, а про оптимізацію відомої.

Енергозбереження є то суті ресурсозбереженням.

Поновлювальні джерела енергії (сонце, вітер, вода) економлять ресурси, а не енергію, що бере участь в процесі. Всі вони не забезпечують стабільне енергопостачання і потребують акумуляції.

Вони є невичерпним джерелом ресурсів, але їх частка незначна (рис. 1).

Структура відпуску електроенергії ДП Енергоринок, 2018



Джерело: ДП «Енергоринок»

Рис. 1. Структура споживання енергії в Україні.

Економія енергії може здійснюватись завдяки використанню технічних засобів, біотехнологій та організаційних заходів.

Обґрунтована доцільність створення біоенергетичних [1] та біотехнічних [2] систем в аграрному виробництві.

Технології, що використовують для отримання теплової енергії паливо рослинного походження, яке відновлюється від року (солома) до кількох років (енергетичні культури) чи десятиліть (деревина) не завжди є енергоощадними, але вони ресурсощадні, що також має важливе значення [3].

З альтернативних джерел енергії чи не найбільше використовуються вітряки, як автономні сільськогосподарські вітроенергетичні системи [4].

Обґрунтовано доцільність сумісного використання енергії сонячної радіації та вітру [5].

Сонячна, вітрова та енергія води мають обмежене використання, тому що через свою нестабільність потребують акумуляції.

Для сонячних колекторів доцільно використовувати з теплові акумуляторами.

Вітряки завжди використовувались як водяні насоси. Вони можуть також агрегатуватись з електроакумуляторами.

Гідроелектростанції можуть працювати в реверсному режимі, перекачуючи воду з нижнього б'єфу до верхнього.

Широкий спектр технічних заходів містить: обладнання для локального обігріву та опромінення, засоби автоматики, наприклад автоматичні вмикачі освітлення при низькому його рівні, вмикання та вимикання з різних місць, обладнання яке відповідає розмірам господарств, теплові насоси, теплоутилізатори, 2-х та 3-х зонні лічильники електроенергії, електричні і сезонні та добові акумулятори тощо.

Окремо слід відзначити технічні засоби для використання електроенергії безпосередньо в технологічних процесах без перетворення її в інші види енергії. Перспективними напрямками використання електротехнологій в сільськогосподарському виробництві є: сепарація та стимуляція насіння, аероіонізація в сховищах рослинної продукції з соковитими тканинами тощо.

Детальний огляд та класифікацію електротехнологічних установок сільськогосподарського призначення приведено в [6].

З поміж енергоощадних біотехнологій слід відзначити: агропромислове виробництво їстівних грибів [7], опромінення тварин і птиці [8], вирощування мікроводоростей [9], компостування, парники, що отримують теплову енергію від процесів в біологічних об'єктах.

В Європі зростає кількість біометанових заводів [10]. Аналогічні роботи велись і в Україні [11], але вони не набули широкого розповсюдження через невирішеність організаційних питань.

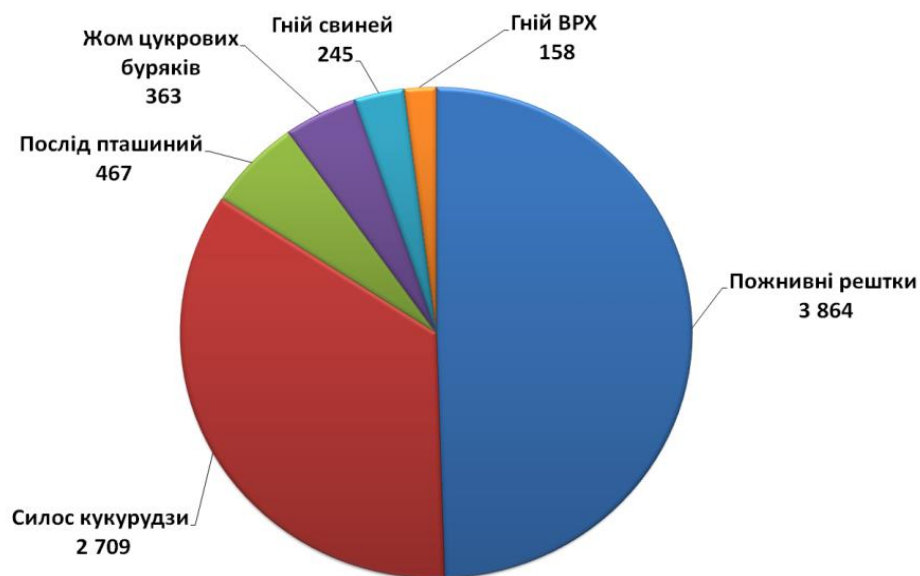
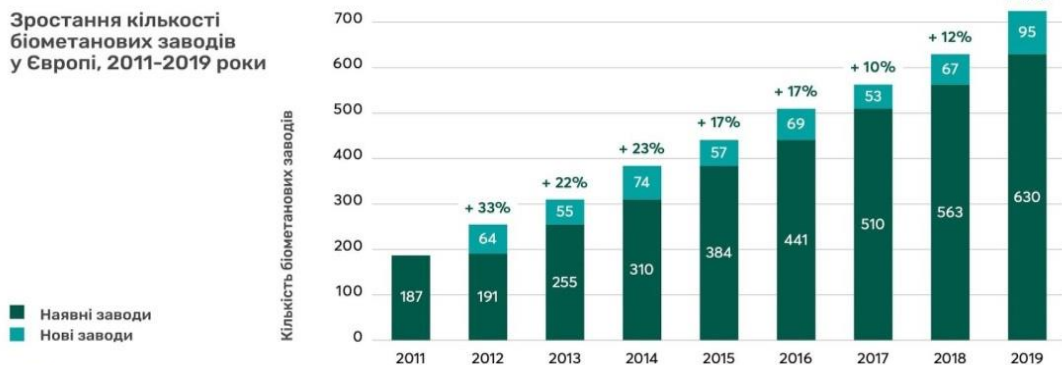
Експерти Біоенергетичної асоціації України оцінюють обсяги виробництва біогазу у 7,8 млрд кубометрів на рік. Це 25% від загального споживання природного газу в Україні. Найбільше біометану в Україні можна

генерувати із соломи зернових культур. Потенціал біогазу з цієї сировини у 3,8 млрд кубометрів, з силосу кукурудзи — 2,7 млрд кубометрів, з інших відходів тваринництва та переробної промисловості — 1,3 млрд кубометрів [10].

Після отримання біогазу з рослинних відходів та поживних решток є можливість використовувати їх як добриво.

Статистичний звіт ЄБА 2020

Зростання кількості біометанових заводів у Європі, 2011-2019 роки



Вітчизняні наукові розробки дозволили створити обладнання, що забезпечує економне використання енергії, а відтак і енергоресурсів. Впровадження цих розробок ще недостатнє.

Подальші наукові дослідження та розробки спрямовані на удосконалення технологій, які здатні знизити споживання енергії. Розпочаті роботи по створенню відповідних біоенергетичних систем.

Енергогенеруючі компанії не проявляють зацікавленості в таких розробках, оскільки біоенергетичні системи їх конкуренти. Законодавча база для стимуляції їх зацікавленості відсутня.

Організаційні заходи мають обмежувати надмірне використання електроосвітлення для реклами та енергоємного обладнання.

Доцільно не тільки не переходити на зимовий час, а навпаки, перевести стрілки годинника ще бодай на годину вперед.

Разом з тим потрібно законодавчо надати переваги виробникам енергоощадного обладнання, енергогенеруючим підприємствам, що використовують відновлювальні ресурси та споживачам: як підприємствам так і населенню, що споживають електроенергію в позапікові періоди.

Питання енерго- та ресурсозбереження потрібно вирішувати одночасно по трьом напрямкам, а саме: розширенням наукових досліджень по розробці новітніх та вдосконаленню існуючих технологій, створенню на їх основі відповідних конструкторських розробок та умов для рентабельного виробництва необхідного обладнання.

Список літератури

1. Біоенергетичні системи в аграрному виробництві : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів зі спеціальностей 208 – агроінженерія та 133 – галузеве машинобудування / Г. А. Голуб [та ін.]; За ред. Г. А. Голуба. - К. : НУБіП України, 2017. - 229 с.

2. Фененко А. И. Биотехническая система производства молока. Теория и практика. Под ред. В. В. Адамчука. Нежин. Издатель ЧП Лысенко Н.М., 2014. 192с.

3. Трегуб М. І., Демещук В. А., Василенко О. С. Малоенергозатратные технологии выращивания и использования энергетических растений // Агробіологія. – 2019 вип.2. – с.75-81.

4. Трегуб М. І. Козирський В.В. Підвищення енергоефективності автономних сільськогосподарських вітроенергетичних систем // Нова тема. – 2010. – №2. – С.47-50.

5. Головкин В. М. Оцінка ефективності використання установок для утилізації енергії сонячної радіації та вітру // Вісник аграрної науки. – 1997. - №12. – С.45-47.

6. І. І. Мартиненко, В. А. Музиченко. Проблеми, перспективи та результати досліджень по використанню електротехнології в сільськогосподарському виробництві // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2006. – № 3. – С. 32 – 40.

7. Голуб Г. А., Кепко О. І., Слинько О. П. Енергозберігаюча опалювально-вентиляційна система культивацийних приміщень для вирощування грибів та овочів. / Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – К., 2010. – Вип. 153. – С. 245.

8. Червінський Л. С. Оптичні технології в тваринництві. Шляхи, механізми дії, дозування оптичного випромінювання. – К.: Наукова думка, 2003. – 230 с.

9. Голодний І. Перспективи водоростевих технологій // Техніка АПК. – 2004. – № 1. – С. 30-40.

10. <https://www.epravda.com.ua/projects/greendeal/2021/09/15/677735/>

11. <https://www.umoloda.kiev.ua/number/3096/159/107083/>

УДК 621.311:63

Савченко В., студент 3 курсу

Науковий керівник: **Музиченко В.А.**, кандидат технічних наук, с.н.с.

Білоцерківський національний аграрний університет

ШЛЯХИ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Анотація: Розглянуто стан використання в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва технічних засобів та організаційних заходів, які здатні забезпечити економне використання енергії.

Ключові слова: енергоощадність, технології, технічні засоби, рослинництво, тваринництво, побут, електротехнології, організаційні заходи.

Прогрес завжди супроводжується збільшенням ресурсо- та енергозатрат. З огляду на їх обмеженість неминуче постає проблема економного використання.

Термін «енергоощадна» не може застосовуватись для всіх технологій. Якщо в технологічному процесі необхідно нагріти з 20 °C та закип'ятити певну кількість води то ця умова має бути дотримана, інакше технологія буде інша. А вже обладнання, яке буде використовуватись, може споживати різну кількість енергії, тобто енергоощадним може бути тільки технічний засіб. Ще наглядніше це видно на прикладі побутових холодильників. Від тих їх типів, що споживають багато енергії, споживачі давно відмовилися.

Те ж саме не можна категорично стверджувати щодо технологій пов'язаних з біологічними об'єктами, надто технологій вирощування, зберігання тощо. Але і в цьому випадку вирішальну роль грають технічні засоби. В. Р. Вільямс стверджував, що «...якою досконалою не була б технологія в системі землеробства, але вона залишиться нездійсненою мрією, якщо не буде забезпечена такою самою досконалою технікою.» [1]

З іншого боку, розроблена ним травопільна система землеробства якраз і була енергоощадною, бо при ній за рахунок вищої врожайності питомі енергозатрати були нижчими.

В стаціонарних процесах найбільш суттєвою економія енергії може бути в технологіях сушки.

Компанія НВО «Енергоощадні технології» розробляє теплогенератори, які сушать зерно на біовідходах (полові, тирсі, соломі).

Її діяльність зводиться до розробки та впровадженням обладнання, яке дозволяє економити енергетичні ресурси. Така мета успішно реалізовується, але про створення оригінальних технологій з використанням відомого обладнання не йдеться. «Енергоощадні технології» та енергоощадне обладнання – різні речі.

Для економії енергії в технологічному процесі важливо оцінити питому вагу енергозатрат кожної операції.

Якщо на операції, енергоємність якої складає 5%, завдяки новітньому обладнанню вдається зекономити 50% енергоресурсів, що на межі фантастики, то економія енергоресурсів усього процесу буде тільки 2,5%.

Якщо на операції, енергоємність якої складає 50%, вдається зекономити лише 5% енергоресурсів, що цілком реально, то економія енергоресурсів усього процесу буде ті ж 2,5%.

Населення разом з комунально-побутовими об'єктами споживає електроенергії навіть трохи більше ніж промисловість.

Окрім електроенергетики є ще й використання енергетичних ресурсів як в вигляді теплової, так і механічної енергії без посередництва електроенергетики. Тут усе залежить від умов логістики, а саме: що дешевше транспортувати – паливо, чи електроенергію.

Економія енергетичних ресурсів виправдовується тільки тоді, коли це призводить до зменшення собівартості продукції.

Для створення комфортних умов для будь-кого має значення не стільки вартість послуги чи її енергоємність, а сама можливість отримання цієї послуги. Наприклад: ми свідомо ідемо на витрати для того, щоб не ходити пішки.

Собівартість продукції не завжди має вирішальне значення при організації виробництва. Відтак і економія енергії та ресурсів не завжди доцільна.

Згідно даних міжнародних організацій врожайність пшениці в ЄС 6–8 т/га. [2]

В США цей показник вдвічі нижчий. [3]

Безумовно що США мають технічну можливість отримувати такі ж, або навіть вищі врожаї. Якщо вони цього не роблять, значить у них критерієм оптимізації процесу виробництва зерна є мінімальні затрати на виробництво з енергозатратами включно. Очевидно також, що вони мають достатню кількість посівних площ.

Європейські ж країни здебільшого обмежені в земельних ресурсах і критерієм оптимізації у них є максимальна урожайність. Енергозатрати та собівартість продукції вже не завжди є вирішальними факторами.

В рослинництві України актуальною є економія енергоресурсів. Для цього розробляються та впроваджуються комплекси технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур [1].

Не менш важливу значення в енергозбереженні мають технології зберігання рослинної продукції. Втрати продукції рослинництва оцінюються в 20%, а плодоовочевої продукції в 30-50% [4].

Затрати на додатково збережену продукцію в 2-3 рази менші, ніж на виробництво такої ж кількості продукції.

Покращити результати зберігання сільськогосподарської продукції можна з використанням засобів електротехнології.

Електротехнології також дають можливість з мінімальними затратами підвищити урожайність за рахунок підготовки насіння, а саме: електросепарації та електростимуляції [5].

Споживання електроенергії в побуті стрімко зростає за рахунок все ширшого використання побутових приладів. Економія енергії тут можлива тільки за рахунок енергозберігаючих ламп.

В Україні давно діють двохзонні (0,5 від фіксованої ціни в період з 23-ї до 7-ї години) та трьохзонні (1,5 фіксованої ціни в години максимального навантаження з 8-ї до 11-ї та з 20-ї до 22-ї години; повна фіксована ціна з 7-ї до 8-ї, з 11-ї до 20-ї та з 22-ї до 23-ї години; 0,4 фіксованої ціни в години нічного мінімального навантаження енергосистеми із 23-ї до 7-ї години). На разі київська обласна військова адміністрація рекомендує не використовувати електрообігрівачі, електроплити (а що робити в квартирах де немає газу?), праски бойлери та пральні машини з 6-ї до 9-ї та з 17-ї до 23-ї години; обмежити їх використання з 9-ї до 23-ї години і використовувати з 23-ї до 6-ї години.

Одночасно державна енергокомпанія НЕК Укренерго планує вимкнення електропостачання побутовим споживачам і з 0 до 4-ї, із 4-ї до 8-ї, і з 20-ї до 0 годин. Енергозбереження їй не потрібно, потрібні прибутки від продажу електроенергії.

Нічні вимкнення електроенергії в побутових споживачів ніякої економії не дасть. Споживачі будуть користуватися електроенергією в інший час, включно в піковий період.

В минулому столітті віялові вимикання електроенергії в побуті здійснювались виключно під час вечірнього максимуму споживання (близько 20-ї години).

Замість того щоб заборонити бізнесу використання підсвітку вивісок, використання фасадної реклами та екранів лише рекомендується їх обмежити [6].

Законодавці також зацікавлені в тому, щоб влітку ми спали, коли сонце вже високо, а ввечері якнайдовше використовували електроосвітлення.

Аналіз технологій в тваринництві [7] показує що за рахунок традиційних технологій скоротити споживання теплової та електричної енергії неможливо. Натомість можливе енергозабезпечення ферми власними ресурсами [8]. В цьому немає нічого нового, адже в сільських стайнях ніколи не було обігрівальних приладів.

Для енергоощадного виробництва тваринницької продукції перспективним є використання біотехнічних систем «людина-машина-тварина-середовище» [9].

Список літератури

1. Адамчук В. В., Грицишин М. І., Насонов В. А., Ратушний В. В. Результати створення технічних засобів для вирощування сільськогосподарських культур за ресурсощадними технологіями / Вісник аграрної науки. 2018, №11 (788) С.147-158.

2. <https://uga.ua/news/otsinki-vrozhajnosti-osnovnih-kultur-v-yes-znizheni/>

3. <https://superagronom.com/news/13665-urojay-pshenitsi-v-ssha-moje-butinaynijchim-za-ostanni-30-rokiv—analitiki>

4. Старчевський І. П. До питання збереження врожаю сільськогосподарських культур на засадах біологізації землеробства та енергозбереження продукції // Механізація та електрифікація сіл. госп.-ва. – Вип. 83. – К. : Ей-Бі-Сі, 2000. – С. 77 – 79.

5. Адамчук В. В. Музиченко В. А. Роль електротехнології в енергозбереженні : тези доп. II міжнар. науково-практична конф., 15 – 16 жовтня 2014 р.– // Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК. – К. : НУБіП, 2014. – С.17 – 18.

6. Олексій Кулеба (<https://t.me/OleksiyKuleba>) | Голова Київської ОВА (<https://t.me/OleksiyKuleba>)

7. Система технологій та машин для виробництва молока та яловичини / за ред. М.В. Присяжнюка, В.Ф. Петриченка. – Аграр. Наука, 2013. – 336с.

8. Чернявський С. Є. Енергозабезпечення малої молочної ферми за рахунок біогазу. – Зернові культури, Том 1, № 1, 2017 С.147-150.

9. Фененко А. И. Биотехническая система производства молока. Теория и практика. Под ред. В. В. Адамчука. Нежин. Издатель ЧП Лысенко Н.М., 2014. 192с.

УДК 621.31

Голодний І.М., кандидат технічних наук, доцент
Білоцерківський національний аграрний університет

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ОТРИМАННІ ВОДОРОСТЕВИХ ВИСОКОПОЖИВНИХ РЕЧОВИН

Приведені дослідження по використанню холодового шоку та електрогідродудару для руйнування клітин водорості спіруліни при отриманні концентрованих поживних речовин.

Ключові слова: водорості, спіруліна, електрогідродудар, клітина, енергія.

Зниження енергомісткості продуктів споживання є основною задачею сільського господарства. Одним із шляхів вирішення цієї задачі є використання сонячної енергії шляхом накопичення її у вигляді біомаси водорості. Встановлено, що коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації (ФАР) у вищих рослинах на зрошених землях 2...2,5%, без зрошення ще нижчий. Водорості використовують до 20 % ФАР [1]. Надзвичайно важливими показниками, при визначенні ефективності виробництва, є питомі витрати на вирощування 1 кг протеїну різними культурами. Так водорість спіруліна для цього потребує 0,5 м² освітленої площі, соя - 16 м², зернові культури - 22 м², а телятина, з врахуванням зеленого корму - 192 м²; потреба у воді: для спіруліни - 2,5 м³, для сої - 8,9 м³, для зернових - 12,4 м³, для телятини - 105 м³. Сама спіруліна є високобілковою вітамінно-мінеральною культурою з широким діапазоном біологічної активності. Використовується як профілактичний та

лікувальний засіб при гіпо- та авітамінозах для підвищення імунітету організму, імунологічних і обмінних процесів. При добавці в корм тваринам і птиці збільшує приріст на 10...15%, збереженість птиці на 4,5...5%.

Нераціональне виробництво продуктів харчування є саме велика загроза для нашої біосфери. Біля трьох четвертей всієї родючої землі, в помірних і тропічних районах, відведені для сільського господарства. Продукти, які ми сьогодні споживаємо, вміщують менше необхідних поживних речовин, ніж продукти, які отримували лише 50 років тому. Сільськогосподарська практика виснажила ґрунт від поживних мінералів. Кількість мікроорганізмів в ґрунті, які роблять вклад в накопичення цінних мінералів, знижується, так як надмірне використання хімічних добрив, пестицидів, гербіцидів знищує їх. Аграрне виробництво вибирав гібридне насіння, беручи за основу, перш за все, високий врожай, привабливий зовнішній вигляд, хороше зберігання, а не поживну цінність продукту. В той же час, вчені довели, що збільшення стресів з погіршенням зовнішнього середовища і сучасний спосіб життя підвищили вимоги до продуктів харчування з точки зору вмісту в них мікроелементів, вітамінів, недостаток яких можуть поповнити натуральні концентрати (харчові добавки), отримані методами біотехнологій.

За останні півтора-два десятиріччя різко зріс інтерес в цій області економіки. Інвестиції в європейські компанії в області високих біотехнологій складають десятки мільярдів євро. По оцінкам експертів американської компанії Silico Research кожний рік світовий ринок використовує програмне забезпечення біотехнологій на суму 52 млн. доларів США. Розробки включають нові програми для контролю і регулювання процесів в біореакторах.

Розвиток біоіндустрії по отриманню високопоживних харчових добавок в Україні від закордонних відстає на 10-15 років. Відстоювання ринку харчових добавок вітчизняними виробниками можливе при розробці нових технологій з використанням еколого безпечних та енергоощадних засобів виробництва.

Використання холодового шоку та ефекту електрогідродару для руйнування водоростевих клітин в процесі отриманні концентрованих поживних речовин і є такими технологіями. Для встановлення можливості використання цих методів були проведені дослідження по руйнуванню клітин водорості спіруліни.

Зокрема визначена залежність зміни температури заморожування різної вологості пасти спіруліни в часі та характер льодоутворення. Як показали результати досліджень (рис. 1) час заморожування пасти до моноліту залежить від вологості продукту. Чим менша вологість, тим раніше паста стає монолітом. Так, при вологості 60% зразок перетворювався в моноліт за 60 хв., при цьому охолоджувався до мінус 4°C; при W= 70% – (t= 115 хв, T= мінус 6°C); при W=80% – (t= 120 хв, T= мінус 7°C).

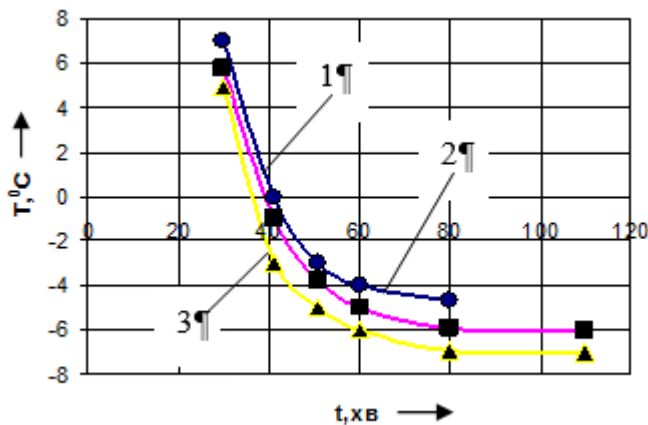


Рис. 1. Процес заморожування пасти спіруліни при різній вологості W :
1 – $W=60\%$; 2 – $W=70\%$; 3 – $W=80\%$

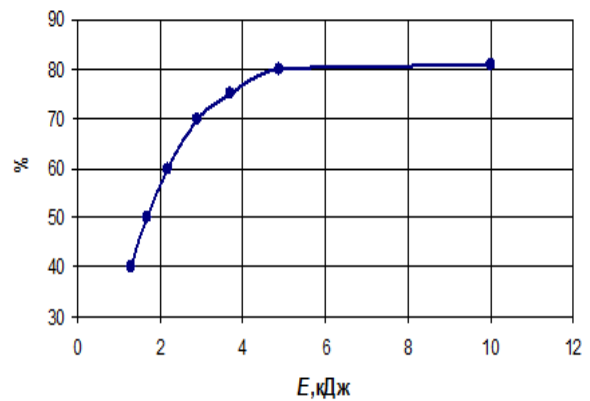


Рис. 2. Залежність руйнування клітин спіруліни від прикладеної енергії

На моделі електрогідравлічної установки обґрунтовані параметри її елементів, встановлена залежність руйнування клітин спіруліни від прикладеної енергії електрогідроудару. Найбільше руйнування клітин спіруліни 80% відбувалось при 5 кДж.

Список літератури

1. Белянин В.Н., Сидько Ф.Я. Тренкеншу А.П. Энергетика фотосинтезирующей культуры микроводорослей. – Новосибирск: Наука, 1980.– 136 с.

УДК 621.3.067

Семакін С.С., студент 4-го курсу

Науковий керівник: Голодний І.М., кандидат технічних наук, доцент
Білоцерківський національний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ НА КОМП'ЮТЕРНІЙ МОДЕЛІ ХАРАКТЕРИСТИК СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТЕРА

З розвитком комп'ютерного моделювання появилась можливість поглибити дослідження, особливо в перехідних режимах, характеристик електромашин та використовувати отримані результати при виборі обладнання. Для цього в середовищі MatLab була створена імітаційна комп'ютерна модель синхронного генератора на якій проводились дослідження робочих характеристик генератора.

Ключові слова: комп'ютерна модель, генератор, робочі характеристики, зовнішня характеристика, потужність, осцилограф.

Розроблена в MatLab імітаційна комп'ютерна модель синхронного генератора (рис. 1) складається:

-досліджуваний трифазний синхронний генератор Simplified Synchronous із бібліотеки Power System Blockset/Machines;

-вимірювач параметрів стану генератора Machines Measurement із бібліотеки Power System Blockset/Machines;

- трифазне навантаження 3-Phase Load із бібліотеки Power System Blockset/Extras/Three-Phase Library;
- блок RMS.Vs для вимірювання діючого значення напруги на навантаженні;
- блоки Display і Display 1 для кількісного показу виміряних величин;
- блок Scope для спостереження стуму якоря, швидкості і електромагнітної потужності синхронного генератора;
- блок Eo для задавання ЕРС збудження.

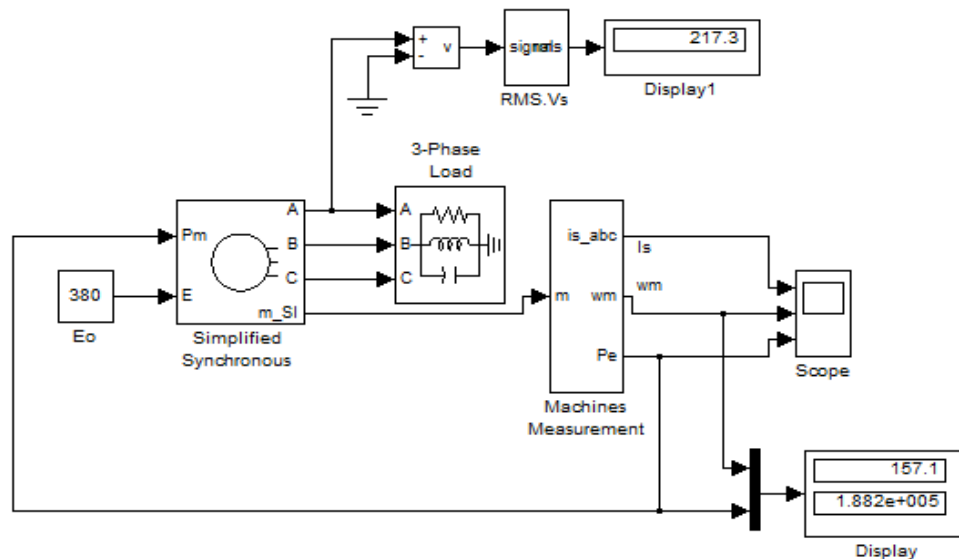
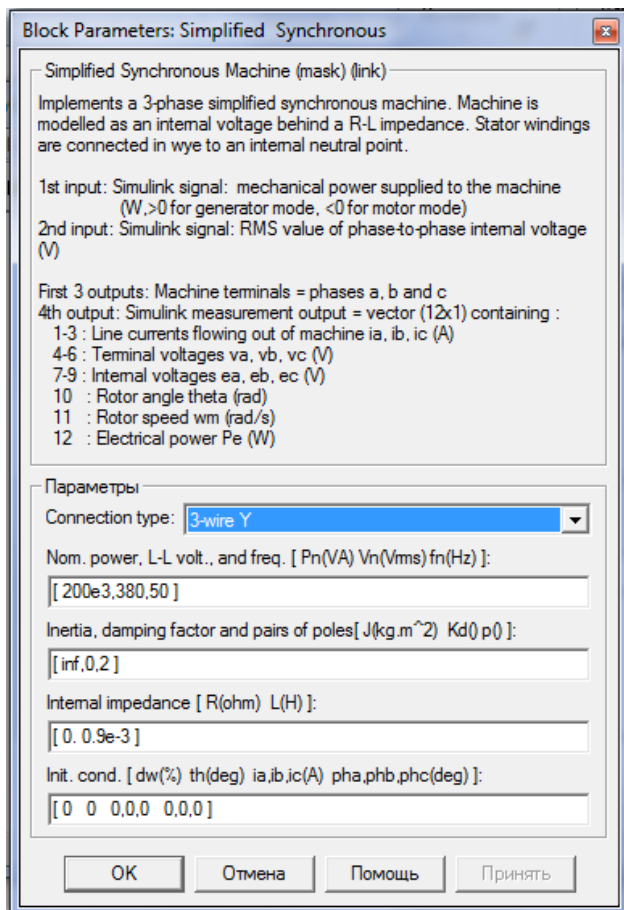


Рис. 1. Комп'ютерна модель для дослідження синхронного генератора

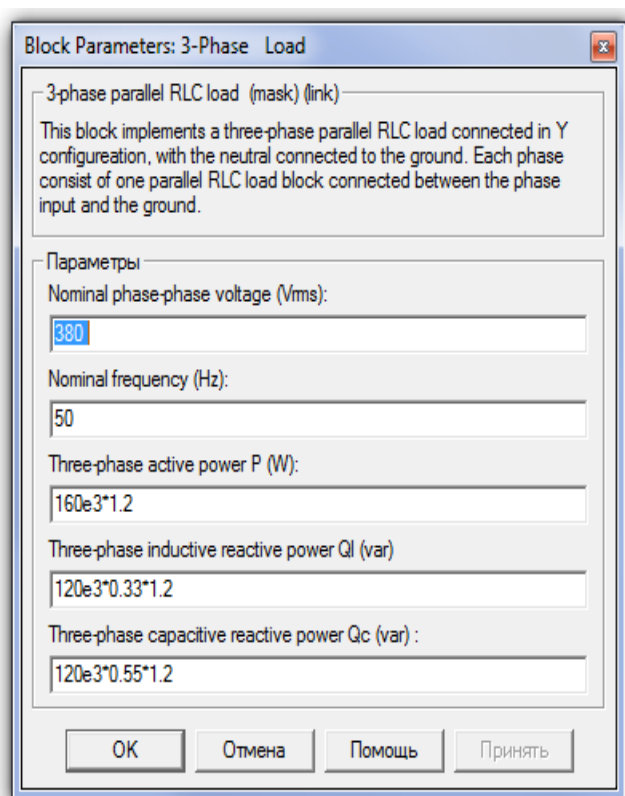
Вікно настройки параметрів синхронного генератора наведено на рис. 2,а. Задані параметри відповідають генератору 431CSL6206 на 160 кВт [1]. Генератор приводиться в дію дизельним двигуном типу ЯМЗ-238Д.

В полях настройки параметрів навантаження (рис. 2,б) задана діюча напруга і частота, які погоджені з напругою частотою генератора, активна, реактивна (індуктивна і ємнісна) потужності навантаження.

За допомогою моделі визначали зовнішню $U_1=f(I_A)$ (рис. 3) та робочі характеристики $U_1=f(P_\Gamma)$, $\cos\varphi=f(P_\Gamma)$, $I_A=f(P_\Gamma)$ (рис. 4) генератора. Характеристики отримували при постійному струмі збудження, коефіцієнті потужності потужності і частоті струму генератора наступним чином: при $I_3=\text{const}$ змінювали потужність навантаження, при цьому задавали величина генеруємої активної потужності в діапазоні 0,2-1,2 від номінальної з кроком $0,2P_H$ і підтримується незмінним значення коефіцієнта потужності, тобто $\cos\varphi=Q_{HAB}/P_{HAB}=\text{const}$.



a



б

Рис. 2. Вікна налаштувань:
a – синхронного генератора; *б* - навантаження

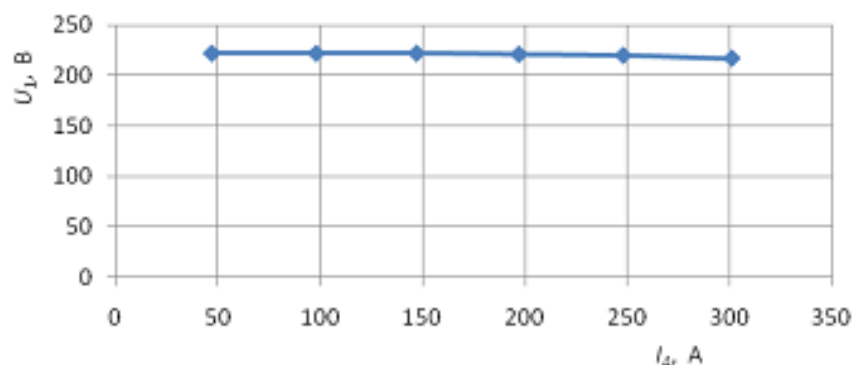


Рис. 3. Зовнішня характеристика синхронного генератора

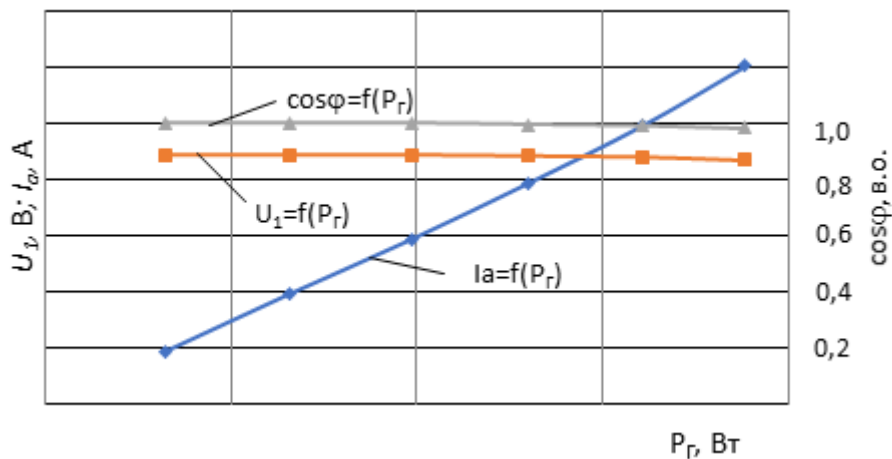


Рис. 4. Робочі характеристики синхронного генератора

Отримані характеристики на розробленій моделі відповідають характеристикам досліджуваного генератора 431CSL6206 потужністю 160 кВт. Таким чином, імітаційна комп'ютерна модель дозволяє отримувати характеристики синхронних генераторів іншої потужності, підставивши у вікні настройки генератора відповідні дані.

Список літератури

1. Дизельна електростанція АД-160. Електронний ресурс <http://www.ms-el.com/generator/zalivka/dizelot30/AD160yamz.html>.

УДК 621.3.067

Красноройз Л.К., студент 4-го курсу

Науковий керівник: Голодний І.М., кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ В MatLab ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ СЕРІЇ LENZE 530

Для електропривода постійного струму з тиристорним регулятором напруги Lenze 530 розроблена імітаційна комп'ютерна модель, яка може працювати з від'ємним зворотним зв'язком за швидкістю або за напругою якоря (IR- компенсація).

Ключові слова: комп'ютерна модель, перехідний процес, напівпровідниковий перетворювач напруги, зворотний зв'язок, ПІ-регулятор, електромеханічна характеристика.

Тиристорні перетворювачі напруги німецької фірми Lenze серії 530 (рис. 1) [1] виготовляють у чотирьох модифікаціях з вихідними потужностями від 0,36 до 2,04 кВт і призначені для роботи з двигунами постійного струму незалежного збудження в I квадранті. Перетворювачі напруги працюють з від'ємним зворотним зв'язком за напругою якоря (IR- компенсація) або по швидкості за напругою тахогенератора.

Рис. 1. Зовнішній вигляд тиристорного перетворювача напруги серії Lenze-530



На лицьовій стороні пристрою розміщені настройки (регулятори): $I_{\max}$ – установка максимально допустимого струму навантаження; $I \times R$ – настройка зворотного зв'язку за напругою якоря ($I \times R$ -компенсація); $n_{\max}$, $n_{\min}$ – обмеження максимальної і мінімальної швидкості двигуна; T_i – установка часу перехідного процесу.

Двоконтурна система "тиристорний перетворювач напруги – двигун" з від'ємними зворотними зв'язками за струмом і напругою якоря наведена на рис. 2. Введенням у систему електропривода зворотного зв'язку за струмом досягається обмеження струму і моменту, а за напругою якоря – автоматичну стабілізацію швидкості.

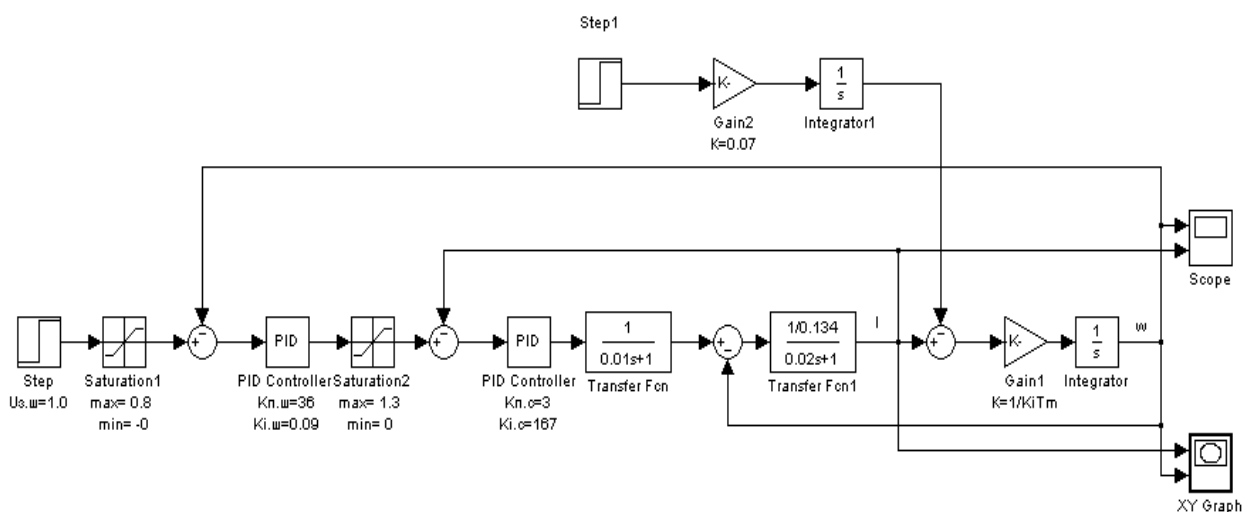


Рис. 2. Двоконтурна імітаційна модель електропривода ТПН-Д з від'ємними зворотними зв'язками за струмом і напругою якоря

В наведеній моделі блок Transfer Fcn1 моделює ланку якоря двигуна ($T_{\text{я}} = 0,02$ с та коефіцієнт підсилення $1/R_{\text{я}}^*$), а блок Transfer Fcn – ланку тиристорного перетворювача напруги ($T_{\text{П}} = 0,01$ с). Блоки Integrator і підсилювач Gain1 (з коефіцієнтом підсилення $K_1 = 1/k_I T_M$) реалізують рівняння руху електропривода. Струм навантаження формується як інтеграл від постійного сигналу (блоки Step1, Gain2 з коефіцієнтом підсилення $K_2 = 0,07$ та Integrator1). Моделі двоконтурні. Перший контур складається з від'ємного зворотного зв'язку за струмом якоря і пропорційно-інтегральним ПІ-регулятором з коефіцієнтами підсилення $k_{\text{П,С}} = 36$ та $k_{\text{І,С}} = 167$. Другий контур з від'ємним зворотнім зв'язком за швидкістю. Цей контур має також пропорційно-інтегральний ПІ-регулятор з коефіцієнтами підсилення $k_{\text{П,Ш}} = 36$ та $k_{\text{І,Ш}} = 0,09$. Тип регуляторів і їх коефіцієнти визначені згідно [2, 3]. Вибрані регулятори налаштовують контур струму на технічний оптимум, а контур швидкості – на симетричний. За допомогою регулятора T_i , який встановлений на лицевій панелі ТРН (рис. 1), можна змінювати коефіцієнт підсилення інтегральної складової ПІ-регулятора швидкості, що дає можливість змінювати час перехідного процесу. Керування моделлю здійснює блок Step, який задає напругу на виході ТРН. Модель має два обмежувальних блоки Saturation. Saturation1 призначений для обмеження максимальної n_{max} і мінімальної n_{min} швидкості, Saturation2 – для обмеження максимального струму I_{max} . Для візуалізації електромеханічної (механічної) характеристики використаний блок XYGraph, а осцилограф дає можливість спостерігати миттєві значення швидкості та струму якоря.

Результати моделювання роботи електропривода приведені на рис. 3.

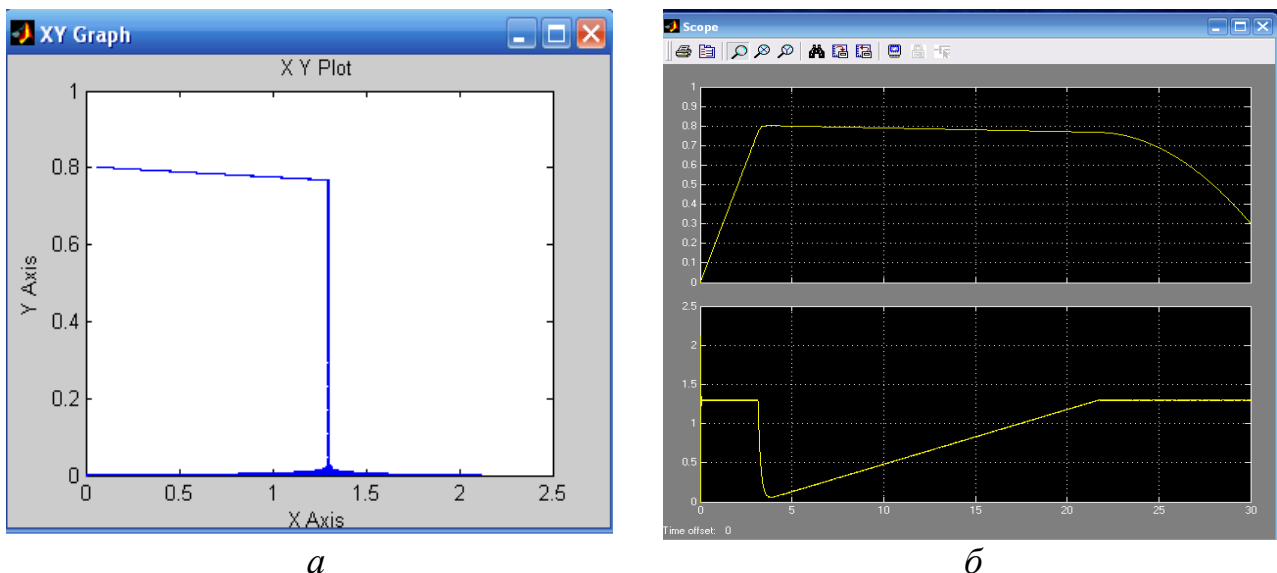


Рис. 3. Досліджень роботи електропривода на моделі:

а – електромеханічна характеристика; *б* – графіки миттєвих значень швидкості (верхній) та струму (нижній).

Робота моделі проходить наступним чином. Запуск двигуна відбувається без навантаження, а через 3 с починає зростати навантаження. Згідно завдання

встановлено обмеження на $0,8\omega_0$, а максимальний струм – на рівні $1,3I_H$. Встановлені значення система автоматичного керування відслідковує, що видно з отриманої електро механічної характеристики (рис. 3, а).

Розроблена імітаційна модель електропривода з ТРН серії Lenze 530 має можливість проводити обмеження максимальної і мінімальної швидкостей, стабілізацію заданої швидкості, обмежувати максимальний струм та змінювати час перехідного процесу, що відповідає технічним параметрам вказаного пристрою.

Список літератури

1. Инструкция по эксплуатации электропривода постоянного тока серии Lenze 530. Электронный ресурс
http://www.lenze.org.ua/pdf/530_Speed_controllers_1202_EN.pdf
2. Регульований електропривод. / І.М. Голодний, Ю.М. Лавріненко, В.В. Козирський та ін.; за ред. І.М. Голодного. – К.: ТОВ "ЦП "Компринт", 2015. – 509 с.
3. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MatLab 6.0: / С.Г. Герман-Галкин. – Санкт-Петербург: КОРОНА принт, 2002. – 304 с.

УДК:541.13

Гаюк Н.В., доктор філософії з хімії, асистент,

Селезньова О.О. к.б.наук, асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

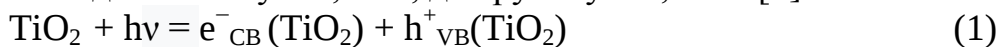
ЕЛЕКТРОСИНТЕЗ КОМПОЗИТІВ TiO_2/MnO_2

Нові можливості керованого синтезу оксидних матеріалів на основі TiO_2/MnO_2 заданого хімічного і фазового складу дозволяють створити композити з покращеними функціональними властивостями екологічного спрямування. Комплекс експериментальних досліджень з вивчення закономірностей електроосадження матеріалів на основі титан(IV) та манган(IV) оксидів з флуоровмісних електролітів, а також фізико-хімічних властивостей і електрокаталітичної активності одержаних матеріалів.

Ключові слова: манган діоксид, титан діоксид, композит, фотоелектрокаталізатор, синтез.

Сьогодні діоксид титану широко використовується як фотокаталізатор завдяки його високій активності, нетоксичності, низькій вартості, екологічності, хімічній інертності та каталітичній стабільності. Кристалічний діоксид титану – тугоплавка речовина ($T_{пл.}=1870\text{ }^{\circ}C$) білого кольору. Хімічно він досить інертний, не розчиняється в кислотах і лугах. Розчиняється в HF і H_2SO_4 при тривалому нагріванні. Якщо порівнювати хімічну активність поліморфних модифікації оксиду титану, то найбільш активним є анатаз, а більш інертним – рутил. Активність діоксиду титану проявляється тільки під дією УФ-випромінювання. Поєднання діоксиду титану з напівпровідниками

більшої провідності може сприяти розширенню активного діапазону фотокаталітичної системи до видимого світла. Як відомо фотоелектрокаталіз є електрохімічним варіантом фотокаталізу завдяки дії електричного струму. Діоксид титану – широкозонний напівпровідник n-типу з шириною забороненої зони для анатазу – 3,2 еВ, для рутилу – 3,0 еВ. [1].

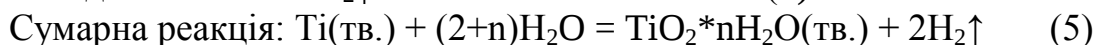
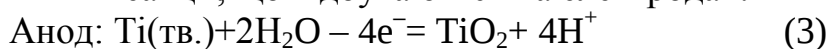


Відкриття Фуджішімою та Хондою [2] в 1972 році явища фотокаталітичного розкладу води на TiO_2 -електроді, опромінену ультрафіолетом, дало поштовх щодо поглибленого дослідження фізико-хімічних властивостей діоксиду титану, розробки методів синтезу наноматеріалів, пошуку нових областей використання. Наприклад, рутил є ефективним каталізатором активації молекулярного кисню, а анатаз має більшу окислювальну здатність [3]. В роботах [4] показано, що Co і Mn впливають на температуру фазового переходу анатаз-рутил, зменшуючи стабільність фази анатазу. Стабілізація анатазу для виробництва сонячних панелей шляхом допування діоксиду титану іонами F^- запропоновано в роботі [5]. Дослідниками встановлено, що анатаз, допований F^- , значно повільніше трансформується в модифікацію рутилу при збільшенні температури. З іншого боку, відбувається розчинення оксиду в електроліті, якому сприяє процес комплексоутворення іонів титану із флуорид іонами, в результаті якого у розчин переходять частинки $[\text{TiF}_6]^{2-}$



Під дією електричного поля в двоелектродній комірці на металевому аноді відбувається окислення електродного матеріалу. Механізм росту для всіх анодних оксидів однаковий: зазвичай на поверхні металу вже є тонкий шар оксиду, який під дією електричного струму в електроліті, що містить флуорид-іони, починає поляризуватися і частково розчинятися, при цьому зростання оксиду йде всередину металевої підкладки. Розчинення відбувається і через наявність комплексоутворювача (F^-), і через низькі значення рН в глибині пір внаслідок виділення H^+ на аноді в процесі анодування.

Реакції, що відбуваються на електродах:



Подібність діоксидів титану та мангану проявляється в можливості утворювати спільні структури: синтезовані голандитна та рамделітна модифікації TiO_2 [6].

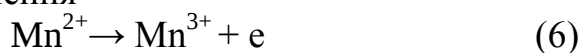
Серед інших оксидів мангану, манган(IV) оксид займає важливе місце внаслідок широкого застосування в хімічних джерелах струму (ХДС), каталізі та в інших галузях хімії та промисловості. Терміном «діоксид мангану» називають всі штучні і природні сполуки MnO_2 загального складу від $\text{MnO}_{1,7}$ до MnO_2 . Метод електролітичного осадження манган(IV) оксиду має переваги порівняно з традиційними хімічними методами. Цей метод дозволяє керувати процесом на різних рівнях структурної ієрархії за рахунок зміни таких параметрів процесу,

як склад електроліту, тривалість електроосадження, електродний потенціал, густина струму з можливістю одержання матеріалів різної морфології структури, форми кристалів, пористості, питомої поверхні тощо [7].

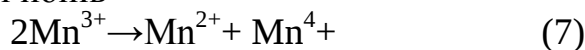
Механізм анодного окиснення Mn(II) досліджують, в основному, в сульфатних електролітах на платиновому аноді. Даний електроліт є найбільш розповсюдженим. Окиснення Mn^{2+} до MnO_2 на Pt-електроді в сульфатній кислоті досліджували методом циклічної вольтамперометрії залежно від концентрації Mn^{2+} , концентрації кислоти, швидкості сканування, температури та конвекції. Було відмічено, що окиснення Mn(II) до Mn(IV) контролюється масопереносом. Висока температура і перемішування збільшували швидкість окиснення Mn(II) до Mn(IV) [8].

У загальному вигляду процес осадження оксиду включає до себе три типи реакцій:

Електрохімічне окиснення



Диспропорціонування йонів



гідроліз йонів Mn^{3+} і Mn^{4+} з утворенням MnO_2 і $MnOOH$

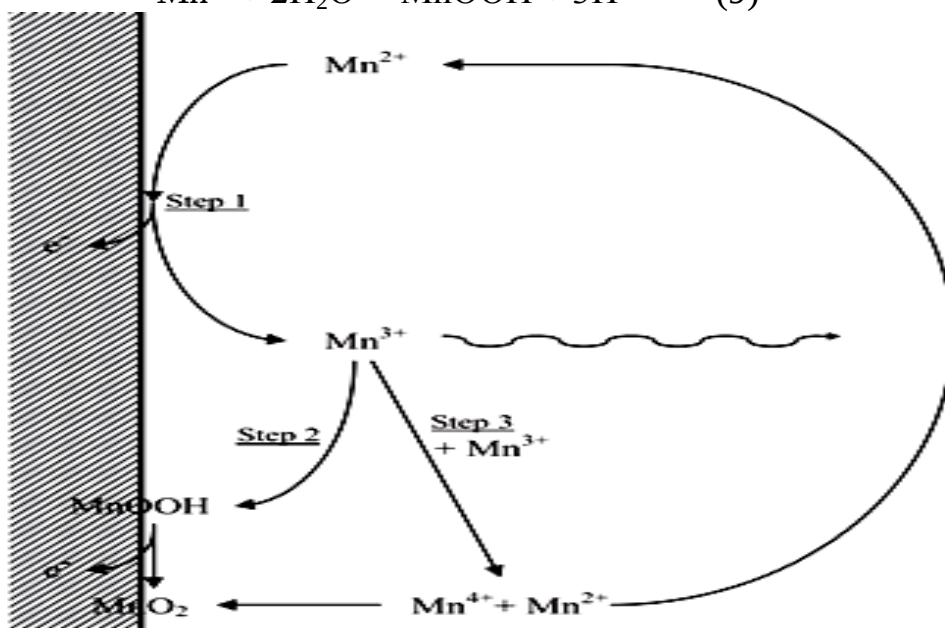


Рис. 1. Механізм електроосадження діоксиду мангану [9].

Для синтезу композиту діоксиду мангану використовували базові методики, що були впроваджені раніше для діоксиду мангану з флуорвмісного електроліту, допованих іонами амонію [10]. Суспензійний TiO_2 у складі електроліту використовували за результатами робіт [11]. Порошкові зразки композитних матеріалів на основі манган(IV) та титан(IV) оксидів синтезували у стандартній трьохелектродній комірці з використанням Pt робочого електроду та двох допоміжних електродів — скловуглецевих пластин. Окислення відбувалось на аноді площею $3,6 \text{ cm}^2$ (використовували дві робочі сторони як

показано на Рисунок 2 а) , що була менша за сумарну площу катоду в 5-10 разів. Підготовка платиногового електроду та скловуглецевих пластин включала операції знежирювання віденським вапном, промивання дистильованою водою, активації протягом 2 хв. у розбавленій сульфатній кислоті з повторною промивкою дистильованою водою.



Рис. 2. Процес електросинтезу (а), порошковий продукт (б).

Додатково в деякі електроліти вводили $1,5\text{M NH}_4^+$ у вигляді амоній сульфату, а також діоксид титану у вигляді анатазу та/або рутилу для створення суспензійного електроліту (з концентрацією 0,01; 0,1; 0,125M суспензії).

Нами приготовлено суспензійний флуорвмісний електроліт (рисунок 3 а), який використовували три рази для проведення електрокристалізації. (Таблиця 1). Також різним був час електрокристалізації. Зразок №1 має відносно невелику масу осаду 6,2 г за 60 хв. електроосадження і вихід за струмом 55,1% порівняно із зразком №2, де маса зразку є 14,4 г за 120 хв. електроосадження при виході за струмом 99,4%. Така поведінка зразків описана в роботі [11] на першій стадії електролізу, що триває не довше 1 години. Манган(II) не встигає окиснюватись до Mn(IV) та значна частка мангану накопичується в електроліті у вигляді Mn^{3+} , що пояснюється сповільненістю кінетики твердофазної стадії окиснення Mn(III)/Mn(IV) . Це підтверджується сумарним виходом за струмом за 3 години електроосадження - 80%, що є типовим для продукту електроосадження за звичайних умов.

Маса продукту електролізу, а також дані хімічного аналізу свідчать, що вміст титану є значно меншим за очікуваного: 8 г на літр електроліту. Цей результат підтверджує встановлену раніше здатність до розчинення TiO_2 в умовах суспензійного флуорвмісного електроліту. З іншого боку при фільтруванні, висушенні осаду могли б бути втрати, які досить важко оцінити, а також у суспензійному електроліті завжди залишається певна фракція частинок TiO_2 у формі колоїдного розчину.

Осад діоксиду мангану формувався в електролітичній ванні на Pt електроді при високій густині струму $i = 10 \text{ A/дм}^2$. Використовували верхньопривідне перемішування зі швидкістю 300 об/хв для забезпечення стаціонарного режиму електролізу суспензійного електроліту з агрегативно нестійким діоксидом титану. Отримані осади зразків відфільтровували через паперовий фільтр з синьою стрічкою водоструйним насосом, колби Бунзена та

воронки Бюхнера. Осад на фільтрі промивали дистильованою водою до негативної проби на сульфат-йон.

Таблиця 1- **Склад електроліту**

Склад електроліту	t °C	Порядок осадження	Час осадження, хв.	m осаду, г
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 1,5M (NH ₄) ₂ SO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	I	60	6,2
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 1,5M (NH ₄) ₂ SO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	II	120	14,4
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 1,5M (NH ₄) ₂ SO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	III	180	14,1
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	I	60	6,5
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	II	120	5,9
0,1M HF, 0,7M MnSO ₄ , 0,1M TiO ₂	18	III	180	

Осади сушили у сушильній шафі до постійної ваги при 120°C. Висушений порошок перетирали в агатовій ступці. Отримані композитні матеріали зберігали в ексікаторі над кальцій хлоридом. Перед дослідженням зразки просушували при 300°C до постійної ваги (Рисунок 3 б).

Електросинтезовані зразки з NH₄⁺ та суспендованим переважно анатазом мають відсотковий вміст Ti <1%, Mn >90%, визначений за методикою рентгенофлуоресцентного аналізу. Це засвідчує, що анатаз є значно краще розчинний в умовах електрокристалізації в присутності флуоридної кислоти ніж рутил.

Використовували суспензійні електроліти, що дозволило синтезувати композиційні матеріали, які суттєво відрізняються від традиційних продуктів електрокристалізації за складом, фізико-хімічними властивостями і електрокаталітичною активністю.



Рис. 3. **Забарвлення електроліту (а), сухий електросинтезований порошковий продукт (б)**

Отже, за даними наших досліджень у флуорвмісному електроліті, враховуючи ефекти розчинення діоксиду титану та відповідні йому електродні процеси, що супроводжуються утворенням Ti³⁺, результуючий композит не був

механічним поєднанням двох оксидів з відомими властивостями. Доволі складна поведінка суспензійних електролітів діоксиду титану у флуорвмісному електроліті незалежно від фазового складу (анатазу/рутилу, їх комбінації) є вікном нових можливостей щодо створення функціональних матеріалів із заданими властивостями.

Список літератури

1. Noami K. Room temperature ferromagnetic behavior in the hollandite-type titanium oxide / K. Noami et al. // *Journal of Applied Physics*. – 2010. – Т. 107. – №. 7. – P. 910.
2. Fujishima A. Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode / A. Fujishima and K. Honda // *Nature*. – 1972. – № 238(5358). – p. 37-38
3. Buchalska M. Photoinduced hole injection in semiconductor-coordination compound systems/ M. Buchalska, J. Kuncewicz, E. Świątek, P. Łabuz // *Coordination Chemistry Reviews*. – 2013. – V. 257. – N. 3-4. – P. 767-775.
4. Zuoa Z., Huanga W., Hanb P. et al. Theoretical and experimental investigation of the influence of Co content on the titanium dioxide phase transition/ Z. Zuoa, W. Huanga, P. Hanb et al. // *Solid State Commun.* – 2009. – V. 14. – P. 2139-2142.
5. Fedorov S.N. Stabilization TiO₂ anatase by F-ion doping for solar panel producing/ S.N. Fedorov, R.V. Kurtenkov, V.V. Vasiliev. // *J. of Phys.: Conf. Ser.* 2018. V. P. 1124.
6. Akimoto J. Topotactic Oxidation of Ramsdellite-Type Li_{0.5}TiO₂, a New Polymorph of Titanium Dioxide: TiO₂(R) /A. Akimoto, Y. Gotoh, Y. Oosawa, N. Nonose, T. Kumagai, K. Aoki, H. Takei // *Journal of Solid State Chemistry*. – 1994. – V. 113 (1). – P. 27-36.
7. Sotgiu G. Production and characterization of manganese oxide-based electrodes for anodic oxidation of organic compounds / G. Sotgiu, M. Foderà, F. Marra, E. Petrucci, D. Ingegneria, R. Tre, V.V. Volterra // *Chem. Eng. Trans.* – 2014. – vol. 41. – p. 11512.
8. Nijjer S. Oxidation of manganese(II) and reduction of manganese dioxide in sulphuric acid/ S. Nijjer, J. Thonsta, G.M. [Haarberg](#) // *Electrochimica Acta*. – 2000. – V. 46(2). – P. 395-399.
9. Cross A. Electrochemical Quartz Crystal Microbalance and Rotating Ring Disk Electrode Analysis of Manganese Dioxide Electrodeposition for Thin Film Electrochemical Capacitors/ A. Cross, I. Olcomendy, M. Drozd, A. F. Hollenkamp, S. W. Donne // *Journal of The Electrochemical Society*. – 2012. – V. 160(2). – PP. 368-375.
10. Сокольский Г.В. Допированный оксид марганца (IV) в процессах деструкции и удаления органических соединений из водных растворов/ Г.В. Сокольский, С.В. Иванов, Н.Д. Иванова, Е.И. Болдырев, Т.Ф. Лобунец, Т.В. Томила // *Химия и технология воды*. – 2012. – Т. 34. – № 5. – С. 386–397.
11. Величенко А. Б. Электросинтез и физико-химические свойства композиционных PbO₂-TiO₂-анодных материалов/ А.Б. Величенко, Т.В. Лукьяненко, В.А. Качала, Ф.И. Данилов // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2007. – № 4. – С. 109 -113.

УДК 621.311.243:621.383.51

Трегуб М.І., доктор техн. наук, професор

Демешук В.А., асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

ОБГРУНТУВАННЯ КЕРОВАНИХ ПАНЕЛЬНИХ БЛОКІВ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (СЕС) ТА СИСТЕМ ЇХ УПРАВЛІННЯ

Важливим напрямом сталого енергозабезпечення є швидке збільшення встановленої потужності генеруючих блоків фотоелектричних панелей СЕС у різних країнах на всіх континентах. Стала більш реальною перспектива декарбонізації енергетики за рахунок фотоелектричного перетворення енергії Сонця. Однак виявилися і певні проблеми, пов'язані з добовою та сезонною нерівномірністю сонячного світлового потоку. Крім того місця встановлення фотоелектричних панелей (ФЕП) у багатьох випадках обирають на існуючих будівлях, чи прибудівлевих майданчиках не завжди з цілодобовою можливістю приймання максимального сонячного світлового потоку

Ключові слова (Keywords): фотоелектричні панелі, трекер, , інвертор гібридного типу, акумуляторний блок.

В багатьох публікаціях сучасних дослідників показані переваги автоматизованих систем керування положенням площини ФЕП відносно положення Сонця на небосхилі. Однак важко знайти достовірну кількісну оцінку енергоефективності використання автоматизованих систем орієнтування ФЕП. За даними досліджень GTM Research, наведених у доповіді «Global PV Trascer Landscape 2016» у 2016 р. в світі було встановлено СЕС на трекерах загальною потужністю 12,6 ГВт, а за прогнозами у 2021р. цей показник досягне 37,7 ГВт. Можна знайти різні оцінки ефективності застосування трекерів ФЕП із врахуванням збільшення капітальних та експлуатаційних затрат для місцевостей на різних географічних широтах. Тому обґрунтування раціональних конструкцій трекерів та систем керування є важливим комплексним завданням. Особливу актуальність мають розробки трекерних блоків ФЕП для фермерських господарств України, які мають ряд додаткових вимог по висоті розміщення горизонтальної осі та надійності автономної системи управління.

Мета роботи – обґрунтування конструктивних та функціональних параметрів трекерів з автоматизованою системою керування

Матеріали і методи – фотоелектричні панелі серійного виробництва, вертикальна опора з поворотним вузлом і горизонтальною віссю (двохосьовий трекер) та механізмами приводу, інвертор гібридного типу, акумуляторний блок;

Метод теоретичних розрахунків, моделювання та експериментальна перевірка результатів.

Результати роботи. Була розроблена конструкція трекера з двома осями зміни положення ФЕП у вертикальній та горизонтальній площині. При цьому вирішувалося завдання мінімізації витрат конструкційних матеріалів та

простота і надійність вузлів. На відміну від серійних двохосьових трекерів, де складна кінематична схема та одночасно наявність багатьох електропривідних і гідропривідних механізмів, розроблена нами конструкція містить лише два електроприводних механізми, розташовані всередині порожнини трубчастої вертикальної щогли. За рахунок великого передавального числа редуктора електропривода повороту щогли (близько 1/2900) забезпечена можливість встановлення електромотора потужністю 10 Вт, що важливо для мінімізації енерговитрат і безшумності роботи, а також плавності регульованого повороту ФЕП слідом за рухом Сонця по небосхилу. При розробці трекерної установки виконали розрахункову модель, показану на рис.1.

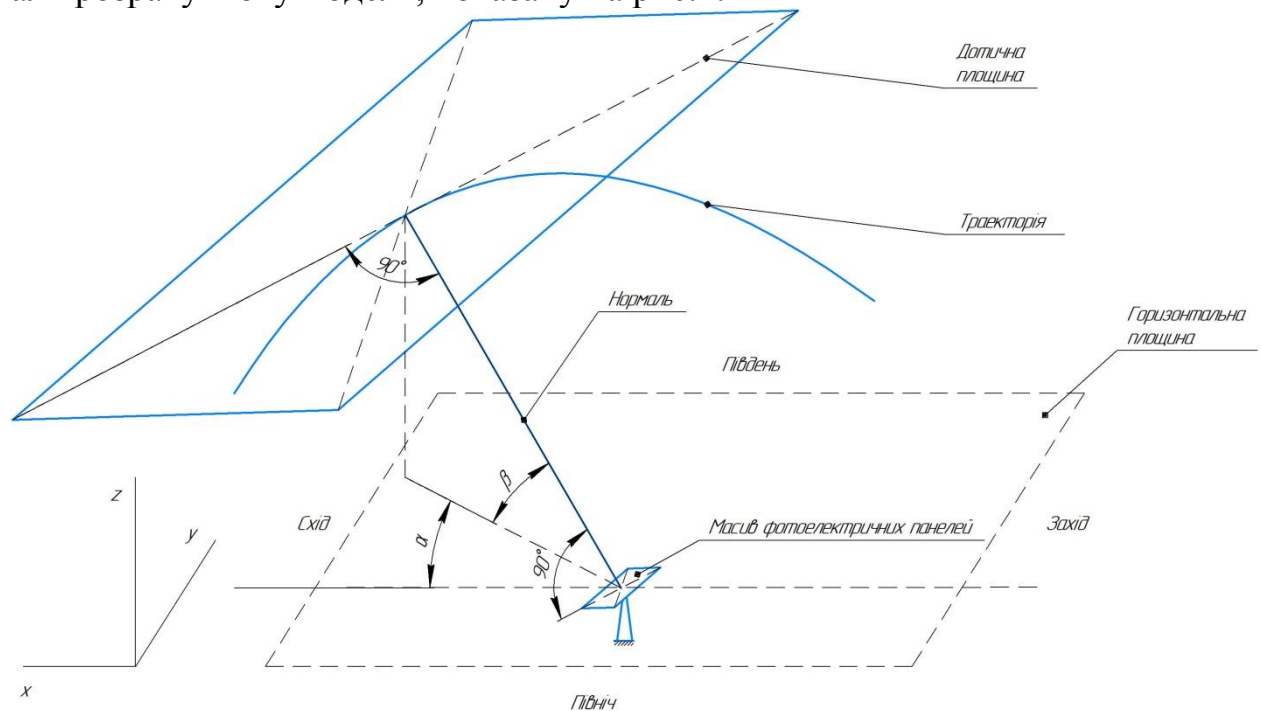


Рис. 1. Схема координатного орієнтування масиву фотоелектричних панелей.

Забезпечення максимуму виробітку електроенергії виконується шляхом орієнтування масиву фотоелектричних панелей паралельно дотичній площині. Це досягається шляхом зміни двох параметрів: горизонтального кута α та вертикального кута β . В загальному випадку математично задача може зводитись до аналізу просторової кривої, заданої в полярних координатах:

$$\begin{aligned}x &= \rho \cdot \cos(\alpha) \cdot \cos(\beta) \\y &= \rho \cdot \cos(\beta) \cdot \sin(\alpha) \\z &= \rho \cdot \sin(\beta)\end{aligned}$$

Серед багатьох відомих розробок трекерів більшість має незначну висоту (до 5 м), що потребує встановлення лише на відкритому майданчику без високих прилеглих будівель і дерев. Розроблена нами трекерна установка дозволяє розміщувати ФЕП на висоті близько 7 м до горизонтальної осі нахилу платформи. Запропоновані методи розрахунку допустимої висоти установки залежно від числа і відповідно площі ФЕП.

Розроблений алгоритм системи автоматичного керування, що базується на календарному принципі в системі реального часу. Для надійності функціонування трекара системи формування інформаційних параметрів руху дубльовані.

Висновки.

1 За рахунок зменшення матеріалоемності та числа електромеханічних приводів розробленої трекарої установки можна досягти терміну окупності модульної СЕС менше 4,5 років (як у серійних трекарах), а далі робота буде більш прибутковою за рахунок менших експлуатаційних витрат.

2. Автоматизована система керування має вищу автономність і суттєво дешевша ніж відомі системи управління з погодними станціями.

УДК 621.311.243

Снігур Т.М., асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

СОНЯЧНА ЕНЕРГЕТИКА

Проведено аналіз перспективних способів застосування сонячної енергетики.

Обґрунтовано переваги сонячних батарей.

Ключові слова: енергія сонця, сонячна батарея, сонячна енергетика, фотоперетворювач.

Сонце — це невичерпне джерело енергії, а сонячне світло – це потік елементарних частинок фотонів. Вони долають майже 150 мільйонів кілометрів від Сонця до поверхні Землі за 8,5 хвилин. Кількості фотонів, яка досягає поверхні нашої планети за одну годину достатня, щоб задовольнити енергетичну потребу нашої планети на декілька років.

Ще 120 років тому французький вчений Едмонд Бекерель відкрив фотоелектричний ефект – це явище вивільнення електронів із речовини через дію променів світла. Він дослідив, що електричний струм виникає при попаданні сонячного світла на деякі матеріали. Завдяки відкриттю фотоефекту, стало можливим перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Цей екологічно чистий та безпечний метод здобування електроенергії, що стає все більш актуальним у всьому світі.

Сонячна батарея складається з найпростіших елементів – фотоелектричних перетворювачів, в яких енергія сонця перетворюється в електричну. Більшість фотоперетворювачів виготовляються з кремнію – напівпровідника, який є другим за поширеністю елементом на Землі.

Найпростіший сонячний елемент (фотоперетворювач) - це дві пластини, приєднані одна до одної. Одна пластина має надлишок електронів – це негативно заряджений шар «n». Друга пластина має вільні місця для електронів, називаються вони дірками – це позитивно заряджений шар «р».

Цікаво, що один фотоперетворювач генерує тільки 0,5 Вт. Для більшої потужності їх потрібно об'єднувати в фотомодулі, звичними словами це і

є сонячна батарея. Наприклад, для того щоб зарядити мобільний телефон, потрібно дванадцять фотоелементів, а для повноцінного живлення дому необхідно в рази більше.

Сонячна батарея складається з фотоелементів, сполучених послідовно і паралельно. Всі фотоелементи розташовуються на каркасі з непровідних матеріалів така конфігурація дозволяє збирати сонячні батареї необхідних характеристик (струму і напруги). Крім того, це дозволяє замінювати вийшли з ладу фотоелементи простою заміною.

Фізичний механізм дії: коли промені світла потрапляють на n-шар, за рахунок фотоелекту утворюються вільні електрони. Крім цього, вони отримують додаткову енергію і здатні «перестрибнути» через потенційний бар'єр р-n-переходу. Концентрація електронів і дірок змінюється і утворюється різниця потенціалів. Якщо замкнути зовнішній ланцюг через неї почне текти струм.

Різниця потенціалів (а відповідно і ЕРС) яку може створювати фотоелемент залежить від багатьох факторів: інтенсивності сонячного випромінювання, площі фотоелемента, ККД конструкції, температури (при нагріванні провідність падає).

Повна система постачання у класичному вигляді: таке джерело електроенергії буде складатися з наступних частин: сонячної панелі (батареї) (генератора постійного струму), акумулятора з пристроєм контролю заряду і інвертора, який перетворює постійний струм в змінний.

Функціональне призначення сонячних панелей - вироблення електрики, а сонячних колекторів - вироблення теплової енергії.

На стандартний будинок можна розмістити близько 15 кВт сонячних панелей. Для цього площа даху має мати приблизно 80 кв. м.

Поєднання геліоенергії і стаціонарної мережі

При поєднанні сонячної електроенергії зі стаціонарною централізованою мережею керуються правилом: чим більше джерел підключається, тим складніше стає схема

Основна причина такого рішення в тому, що у приватного споживача немає можливості «скидати» залишкову енергію.

А це може спровокувати перепади напруги тривалістю до однієї секунди.

Конструкція сонячних панелей досить міцна і не вимагає практично ніякого обслуговування впродовж їх терміну експлуатації, – який може сягати 25 років або навіть і більше. У тому випадку, якщо щось піде не так, компоненти вашої сонячної системи мають достатньо великий гарантійний термін, який покриває ремонт або заміну.

СЕС баштового типу – дзеркала на гнучкій системі позиціонування повертаються за сонцем. Пучки відбитих сонячних променів нагрівають резервуар з водою на вежі до 700 С *. Енергію отримують з водяної пари за допомогою стандартних турбін.

СЕС тарільчатого типу – енергію сонця відображають дзеркала, зібрані концентратором в формі тарілки і передають пучок променів в закріплений

приймач.

СЕС на фотоелектричних модулях – сонячне випромінювання приймають і перетворюють в постійний струм фотоелектричні модулі.

Потім мережеві інвертори перетворюють постійний струм від модулів в змінний струм з промислової частотою.

СЕС параболоциліндричні – енергія збирається за допомогою параболоциліндричних довгих дзеркал і фокусується на трубці, по якій тече масло (теплоносії).

В кінці шляху масло віддає тепло воді, вода перетворюється в пар, пар надходить в турбіну.

СЕС з двигуном Стірлінга – енергія збирається дзеркалами і фокусується на двигун Стірлінга:

Коливання поршня перетворюються в електричну енергію.

СЕС комбіновані – різні інженерні конструкції можуть встановлюватися паралельно.

Наприклад, фотоелектричні панелі з концентраторами або додаткове розміщення теплообмінних апаратів (для опалення або подачі гарячої води).

Загальна схема мережевої сонячної електростанції

Загальна схема мережевої сонячної електростанції з функцією резерву

Загальна схема резервної сонячної електростанції

Автономні сонячні електростанції

Автономні сонячні електростанції використовуються там, де немає централізованих ліній електропередачі або для електроживлення автономних об'єктів і пристроїв, а також пересувних об'єктів.

Гібридні сонячні електростанції

Гібридні сонячні електростанції призначені для підвищення надійності електроживлення з комбінацією декількох джерел енергії: централізована мережа, сонячні батареї, вітрогенератори, генератори.

Мережева сонячна електростанція: типова структура в масовому виробництві

Оптимальний кут = географічна широта $\times 0,76 + 3,1^\circ$

Якщо взяти широту Києва – 50° , то формула буде мати вигляд:

Оптимальний кут = $50^\circ \times 0,76 + 3,1^\circ = 41,1^\circ$

Цей показник потрапляє в діапазон, розрахований нами раніше ($35-45^\circ$), тому формулу можна вважати загалом правильною для визначення оптимального кута нахилу.

Виходом із ситуації можуть бути рухомі конструкції для слідкування за переміщенням Сонця – трекерні системи.

Вони є двох видів:

одноосні (змінюють лише кут нахилу панелей)

двохосні (змінюють кут нахилу та азимут)

Переваги сонячних батарей:

1. Сонячна енергія безкоштовна і не може бути витрачена.

Електрони — єдині рухомі частини в фотоелементах і вони завжди повертаються туди, звідки з'явилися. Тому сонячні батареї можуть працювати десятки років.

2. Необхідна кількість електроенергії в потрібний час.

Сонячні батареї зазвичай виробляють найбільшу кількість електроенергії в той час, коли попит досягає піку. Наприклад, в жарку пору, коли кондиціонери включені більшу частину дня і споживають багато енергії, батареї теж працюють інтенсивніше. А в разі, якщо будинок або підприємство виробляє більше електроенергії, ніж споживає, електроенергії подається назад в мережу.

3. Погода і сезон не мають значення.

Сонячні батареї виробляють електроенергію за будь-якої погоди. Єдиний час, коли продуктивність зупиняється — ніч.

У 2017 році Міжнародне Енергетичне Агентство надало звіт про те, що сонячна енергія посіла перше місце за швидкістю зростання встановлення і розвитку серед інших альтернативних видів енергії.

Сонячні енерготехнології постійно вдосконалюються, вартість виробництва сонячних батарей стає дешевше кожного року. Це значить, доступніше і привабливіше серед інших альтернативних джерел енергії.

Список літератури

1. Бондар В.М. Практична електротехніка./ В.М.Бондар, В.А.Гаврилюк, А.Х.Духовний, М.М.Павлишин - К.: Веселка, 2021.-236с.
2. Василега П.О.Електропостачання./П.О.Василега-Суми: «Університетська книга»,2018.-415с.
3. Гуржій А.М. Електротехніка з основами промислової електроніки./ А.М. Гуржій А.М., В.О.Бойкова В.О., Н.І. Поворознюк Н.І. - К.: Форум,2018.- 381с.
4. Денисюк С.П.Основи електротехніки та електропостачання./ С.П.Денисюк, І.П.Радиш,В.М.Кабацій,Д.Г.Деревянко-К.: «Кондор»,2019.-214с.
5. Коновалова Л.Л, Електропостачання промислових підприємств і установок ./ Л. Л. Коновалова, Л. Д. Рожкова , -К:Енергоатоміздат, 2020.-420с.
6. Ліпкін Б.Ю. Електропостачання промислових підприємств і установок./ Б. Ю. Ліпкін -К.: «Кондор»,2019.-289с.
7. Родзевич В.Е. Загальна електротехніка /В.Е. Родзевич-К.: Вища школа, 2019.-181с.
8. Бондар В.М. Монтаж освітлювальних, силових мереж і електроустаткування./ В.М.Бондар, О.Г.Шаповаленко - К.: Вища школа, 2021.- 263с.
9. Бондар В.М. Практична електротехніка./ В.М.Бондар, В.А.Гаврилюк, А.Х.Духовний, М.М.Павлишин, М.В. Печеник - К.: Веселка, 2019. – 202с.
- 10.Смердов А.А. Мікроелектроніка: прилади, матеріали, технологія./ М.С.Дяденко, В.О.Зайчук, Л.І.Закалик, Ю.Ф. Зіньковський - К.: ГАЛА, 2018. -172с.

УДК 621.548

Білецька А.В., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді, учениця 10 класу ЗОШ - № 18.
Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідуючий фізико-технічним відділенням Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІТРОГЕНЕРУЮЧНОЇ УСТАНОВКИ

Проведено аналітичний огляд існуючих вітрових агрегатів.

Встановлено вітроелектричної установки використана енергія вітру вітроелектричною установкою залежить від трьох основних параметрів, які називаються базовими швидкостями вітру: мінімально швидкість вітру (V_0), при якій БЕУ починає виробляти енергію; розрахункова швидкість (V_p), при якій БЕУ виходить на розрахунковий режим і розвиває номінальну потужність; максимальна швидкість вітру (V_{max}). Швидкість вище максимальної стає критичною для установки.

Проведено розрахунок основних параметрів вітроенергетичної установки

Ключові слова: вітрова енергія, вітроенергетична установка, вітроагрегат, вітрове колесо, вітроелектростанції.

Потенціал вітрової енергії, який може бути використаний до 2030 р., оцінюється в 16 ГВт, причому щорічно можна виробляти від 25 до 30 ГВт-год електроенергії.

Крім того, Агентство з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів вважає, що до 2050 р. може використовуватись до 30 ГВт-год вітрової енергії, тоді як загальний технічний потенціал вітрової енергії складе 42 ГВт-год.

В українській Енергетичній стратегії планується, що до 2030 року в Україні 2 ГВт-год електроенергії будуть вироблятися вітровими установками.

За даними Національної комісії з регулювання енергетики України в 2021 році встановлена потужність вітроелектростанцій (ВЕС) збільшилась на 73% (на 66,1 МВт) і на кінець року склала 151,1 Вт (у порівнянні з 87,5 МВт в 2010 році).

Світовий досвід показує, що найефективніше енергія вітру використовується в морських і прибережних районах, а також в гірських і пересічених місцевостях.

З цієї точки зору територія України, має відповідні географічні характеристики і значну кількість перспективних для вітроенергетики зон.

Найбільший вітровий потенціал мають значні території, прилеглі до Чорного і Азовського морів, а також Карпатський, Західно-Кримський і Східно-Кримський регіони. Крім того, є ділянки з підвищеним вітровим потенціалом в Донбаському регіоні і в Дніпропетровській області.

При реалізації проектів з будівництва і введення в експлуатацію ВЕС на усіх цих територіях, можна було б забезпечити близько 30% покриття потреб України в електроенергії.

Вітровий потенціал різних районів України визначається національним вітроенергетичним кадастром, який включає показники швидкості вітру (середньорічні і середньомісячні), обумовлені результатами багаторічних наукових спостережень, повторюваність швидкості вітрових напрямів протягом року, місяця, доби і так далі. Середньорічна швидкість вітру в приземному шарі на території України досить низька – 4,3 м/с.

Більшість вітроагрегатів виробляють промисловий струм починаючи зі швидкості вітру 5 м/с.

У таблиці 1 наведено дані про питомий енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні.

Таблиця 1 - Питомий енергетичний потенціал вітрової енергії в Україні

№ району	Середньорічна швидкість вітру, V_{cp} , м/с	Висота, м	Природний потенціал вітру, кВт.год/м² рік	Технічно-досяжний потенціал вітру, кВт.год/м² рік
1	4,25	15	1120	200
		30	1510	280
		60	2030	375
		100	2530	460
2	4,5	15	2010	390
		30	2710	520
		60	3640	700
		100	4540	850
3	5,0	15	2810	520
		30	3790	690
		60	5100	860
		100	6350	975
4	5,5	15	3200	620
		30	4320	830
		60	5810	1020
		100	7230	1150

Метою роботи є дослідження вітроагрегату у виробничих умовах. Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання: а саме, проведено аналіз існуючих вітрогенеруючих установок; розроблено методику дослідження роботи вітроагрегату; досліджено параметри вітрогенеруючого агрегата.

Об’єкт досліджень: вітроагрегати різного типу.

Предмет досліджень: основні параметри вітрогенеруючих установок.

Методи досліджень: теоретичні дослідження проводились на основі загальноприйнятих методик випробувань вітрових установок.

Проведені дослідження режимів роботи генератора, інвертора, акумуляторних батарей і наваначення, що забезпечують узгоджену роботу механічної та електричної частин установки, крім того були поєднані, отримані в ході експерименту, швидкісні характеристики генератора і розрахункові вихідні характеристики вітроколеса.

За результатами цих досліджень були обґрунтовані параметри експериментальної установки (рис 3.2.): висота щогли 9-12 м, тип вітроколеса – швидкохідний, профіль лопаті – аеродинамічний, діаметр вітроколеса 7.0 м, кількість лопатей - 3 шт, генератор змінного струму ВГ-5, інвертор МАП «Енергія» - 48В (2 шт), кількість акумуляторних батарей 8 шт.

Як показують проведені випробування вітроелектричної установки використана енергія вітру залежить від трьох основних параметрів, які називаються базовими швидкостями вітру: мінімально швидкість вітру (V_0), при якій ВЕУ починає виробляти енергію; розрахункова швидкість (V_p), при якій ВЕУ виходить на розрахунковий режим і розвиває номінальну потужність; максимальна швидкість вітру (V_{max}). Швидкість вище максимальної стає критичною для установки.

Як показали експериментальні дослідження для вітроенергетичної установки яка пройшла випробування в УкрНДіПВТ, рушійною силою виступає сила вітру, яка одночасно виконує дві функції: направляє лопаті проти вітру за допомогою стабілізатора та безпосередньо обертає вітроколесо. Обертотий рух від лопатей через систему передач передається на генератор, який з'єднаний з інвертором, після цього струм подається або на акумуляторні батареї, або на електротехнічне обладнання за різним призначенням.

Список літератури

1. Основи вітроенергетики / Г. Півняк, Ф. Шкрабець, Н. Нойбергер, Д. Циценков ; М-во освіти і науки України – Д.: НГУ, 2015. – 335 с.
2. Кривцов В.С. Ветроэлектрогенераторы / В.С. Кривцов, А.М., Олейников, А.И. Яковлев. Неисчерпаемая энергия: уч.: кн. Харьк. нац. аэрокосм. ун-т. - Х: – С: Севаст. нац. техн. ун-т, 2003. - 400 с.
3. Перспективы мировой ветроэнергетики. Доклад GWEC, Greenpeace International, DLR и Ecofys Cpnconsultancy / [под ред. Crispin Aubrey, Angelika Pullen, Arthouros Zervos, Sven Teske], Berlin. 2007. – 31 с.
4. Харитонов В.П. Автономные ветроэлектрические установки / В.П. Харитонов. □ М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. - 280 с.
5. Кашафутдинов С.Т. Атлас аэродинамических характеристик крыловых профилей. С.Т. Кашафутдинов / В.Н. Лушин, 1994. – 46 с.

УДК 621.181.24

Синявський М.А., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді, учень 9 В класу ЗОШ - № 16.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувачий фізико-технічним відділенням Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕЛІОКОЛЕКТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Проведено аналітичний огляд існуючих установок для використання сонячної енергії.

Встановлено що серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію у напівпровідникових сонячних елементах. Широкі степи, розташування щодо екватора, та велика кількість сонячних днів на рік – все це обумовлює високий потенціал сонячної енергетики в Україні та сприяє впровадженню як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях.

Запропоновано методика розрахунку сонячних систем яка за необхідності може бути використана при встановленні та визначенні ефективності сонячних панелей, як для формування невеликих приватних сонячних колекторів, так і для досить потужних сонячних станцій.

Ключові слова: Ключові слова: сонячні батареї, сонячні колектори, фотоенергетика, генерація сонячної батареї, сонячні трекери, конвертори тепла.

Над технологічним використанням Сонця, як невичерпного джерела енергії, людина почала замислюватись лише у ХІХ столітті. У 1883 році Чарльз Фріттс сконструював перший модуль з використанням сонячної енергії, основою для якого послужив селен, покритий тонким шаром золота. Таке поєднання елементів дозволило в мінімальному обсязі (близько 1%) перетворювати енергію Сонця в електричну. Саме 1883-й рік прийнято вважати роком народження ери сонячної енергетики.

На сьогодні понад 90% енергії ми отримуємо за рахунок органічних видів палива: нафти, вугілля, газу. Ці джерела енергії ще називають не відновлюваними, оскільки швидкість їх нагромадження у надрах Землі набагато менша швидкості їх витрачання.

Тому у світі все більше звертається увага на використання, так званих, відновлюваних джерел енергії – тепла Землі, енергії вітру, припливів та відпливів, біогазу, сонячного випромінювання тощо. Серед зазначених джерел одним із найбільш перспективних є пряме перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію у напівпровідникових сонячних елементах. Широкі степи, розташування щодо екватора, та велика кількість сонячних днів на рік – все це обумовлює високий потенціал сонячної енергетики в Україні та сприяє впровадженню як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України

становить сім місяців (з квітня по жовтень), у північних областях – п'ять місяців (з травня по вересень).

Але, звичайні, статичні сонячні панелі не дають такої ефективності, як досконаліші панелі з трекером. Цей прилад дає змогу цілодобово обертати площину таким чином, щоб вона завжди знаходилась під прямим кутом до сонячних променів. Фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися протягом усього року і питання альтернативних джерел енергії стає все актуальнішим з кожним днем.

Мета роботи. Проведення досліджень роботи геліоколекторної установки, та розробка рекомендацій щодо його ефективної експлуатації.

Завдання досліджень. Провести аналітичні дослідження можливостей використання сонячної енергії геліоколекторною установкою. Розробити методику розрахунку використання потенціалу сонячної енергії.

Об'єкт досліджень. Способи та конструкції обладнання для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію та тепло.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження, які проводились на основі статистичного опрацювання наукових досліджень та проведення експериментальних досліджень.

Сонячні системи, що забезпечують потреби в тепловій енергії, розподіляють на активні та пасивні. Пасивні системи, де використовуються архітектурні елементи будови, які спроектовані і підібрані таким чином, щоб максимально використати енергію Сонця, більш дешеві і не потребують додаткового обладнання. Активні будуються на основі сонячних колекторів (СК) з примусової циркуляцією теплоносія за допомогою насосів. Плaskі сонячні колектори уловлюють як пряму, так і розсіяну сонячну енергію і дозволяють отримати воду з температурою 40-60°C. Сезонна ефективність простих пасивних геліосистем може виявитися не менш ефективною в порівнянні з більш складними та дорогими системами сонячного теплопостачання.

Сучасна система опалення та гаряче водопостачання (ГВП) у зв'язку із нерівномірним надходженням кількості сонячної енергії у різні періоди року не здатна повністю забезпечити потребу в тепловій енергії, тобто в потрібний час відповідної температури в необхідній кількості (рис 2.1). Діяти з точки зору економного використання палива та охорони навколишнього середовища означає, що застосування геліоколекторної установки потрібно планувати не тільки для приготування гарячої води, але й для системи опалення.

Геліоустановка може працювати лише за умови, якщо температура теплоносія, що подається, нижче температури адсорбера сонячного колектора. Тому, найкращим варіантом є її застосування для опалювальних приладів з великою площею нагріву і низькими температурами в системі або для підлогового опалення.

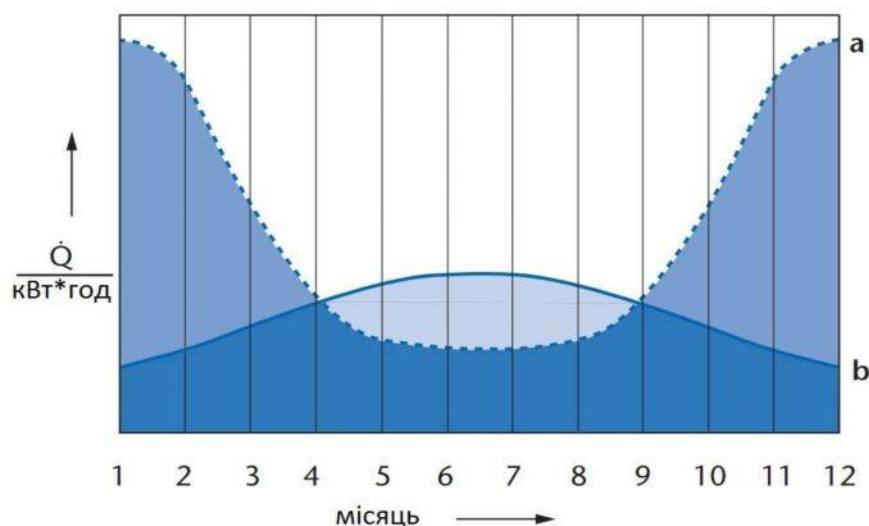


Рис.2.1. Співвідношення між енергією, що надходить від геліоколекторної установки: (b) і річної потреби в тепловій енергії для ГВП і опалення(a)

(a – потреба в енергії (реальний попит); b – енергія, що надходить від геліоустановкою; Q – теплова енергія).

■ – надлишок сонячної енергії (придатної, наприклад, для нагріву басейну);

■ – потреба в енергії (використання додаткового джерела енергії);

■ – задіяна сонячна енергія (забезпечення в повній мірі тепловою енергією за рахунок Сонця).

Запропонована методика розрахунку сонячних систем за необхідності може бути використана при встановленні та визначенні ефективності сонячних панелей, як для формування невеликих приватних сонячних колекторів, так і для досить потужних сонячних станцій.

Список літератури

1. Колектори сонячні . Методи випробування – 4.2: кваліфікаційні випробування – К.: державний стандарт України , 2008 – 36 с.
2. Будько В.І. Сучасні технологічні процеси , обладнання та устаткування фотоелектричного перетворення сонячної енергії – Київ ЮНІДО 2015 – 49 с.
3. Возняк О.Т. Енергетичний потенціал сонячної енергії та перспективи його використання в Україні . «Львівська політехніка» - 2010 - №664 - 7 – 10 с.
4. Гелетуша Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні . Частина 1 // Промышленная теплоэнергетика К. 2010 - №3 – 73 – 79 с.
5. Кувшинов В.В. Методи розрахунку і підвищення ефективності використання тепло – фотоелектричних установок // Збірник наукових праць – Севастополь СКУАЄНП, 2013 – випуск 2(46) – 166 -171 с.

6. Олійник Ю.С. , Машкова О.В. , Ефективність сонячних батарей . Сборник научных трудов Выпуск 1 (33) Ч.І. Переяслав – Хмельницький 2018 - 37 – 39 с.

7. Паламарчук О.Ю. Підвищення ефективності використання сонячної енергії за допомогою колекторів. Дис. Кандидат технічних наук: спец 05.23.03 «Вентиляція , освітлення і тепло – газопостачання» 2007 – 20 с.

8. Смолярчук П.Г. Розробка математичної моделі ефективності сонячних перетворювачів // Східно-європейський журнал передових технологій – 5/8(71), 2014 - 30-36 с.

9. Сонячна енергетика : теорія та практика : монографія :/ Й.С. Мисак , О.Т. Возняк , О.С. Дацько , С.П. Шаповал / Львів , політехніка , 2014 – 340

УДК 621.311.243:378.4

Колюшев А.С., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді , учень 8 класу Ліцею «БК»

Науковий керівник: Єрмоленко В.О., кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач фізико-технічним відділенням Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

ДОСЛІДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ БІЛОЦЕРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Проведено аналітичний огляд існуючих сонячних батарей.

Основною класифікацією сонячних батарей прийнято вважати поділ їх за типом фотоелектричних комірок. Запропоновано методика розрахунку сонячних батарей яка за необхідності може бути використана при встановленні та визначенні ефективності сонячних панелей, для формування невеликих приватних сонячних колекторів.

Ключові слова: сонячні батареї, фотоенергетика, генерація сонячної батареї, сонячні трекери, конвертори тепла.

Мета роботи. Проведення досліджень роботи сонячної батареї БНАУ, та розробка рекомендацій щодо її ефективної експлуатації.

Завдання досліджень. Провести аналітичні дослідження можливостей використання сонячної енергії. Розробити методику розрахунку використання потенціалу сонячної енергії.

Об'єкт досліджень. Способи та конструкції обладнання для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження, які проводились на основі статистичного опрацювання наукових досліджень та проведення експериментальних досліджень.

Слід зауважити, що генерація сонячної енергії в даних умовах експерименту залежить від кількості панелей в батареї та відповідно в її потужності.

Результати досліджень показують, що вироблена енергія в сонячний період доби становить в середньому 8,67 кВт-год/доб, а в хмарний – 3,67 кВт-год/доб, що в 2,3 рази менше, ніж у сонячний період.



Рис. 1. Сонячна батарея БНАУ.

Таблиця 1- Технічна характеристика сонячної панелі БНАУ

№	показник	Значення показника
1	Потужність, Вт	285,0
2	Розміри, мм	1680 · 921 · 31
3	$V_{\text{хх}}$, В	37,90
4	$I_{\text{кз}}$, А	17,21
5	$V_{\text{р}}$, В	16,84
6	$I_{\text{р}}$, А	16,81
7	ккд, %	20,2
8	Вага, кг	21,2

$$E_{\text{a.y.}} = I \cdot S \cdot \text{ккд} \cdot D \cdot n \quad (1)$$

де:

$E_{\text{a.y.}}$ – генерація сонячної енергії в Аграрному університеті, МВт;

I – інсталяція сонячної енергії в Київській області, (3,28 кВтгод/ м²);

S – площа сонячної панелі, (1,44 м²);

ккд– коефіцієнт корисної дії батареї (0,21 %);

D – кількість діб роботи сонячних батарей, (365 діб);

n – кількість сонячних батарей, (8 одн.);

$E_{\text{п.с.}} = 3.28 \cdot 1,44 \cdot 0,21 \cdot 8 \cdot 365 = 2,89 \text{ МВт}.$

Таким чином, погодні умови суттєво впливають на ефективність сонячних батарей. Тому розробка акумулятивних установок, що будуть накопичувати вироблену сонячними панелями енергію, є актуальним завданням.

На рисунку 2 приведені результати досліджень виробництва електроенергії сонячною батареєю БНАУ.

Виробництво електроенергії в опалювальний сезон становить 1093 кВт-год, а за теплі місяці було вироблено 1550 кВт-год, що в 1,5 рази більше.

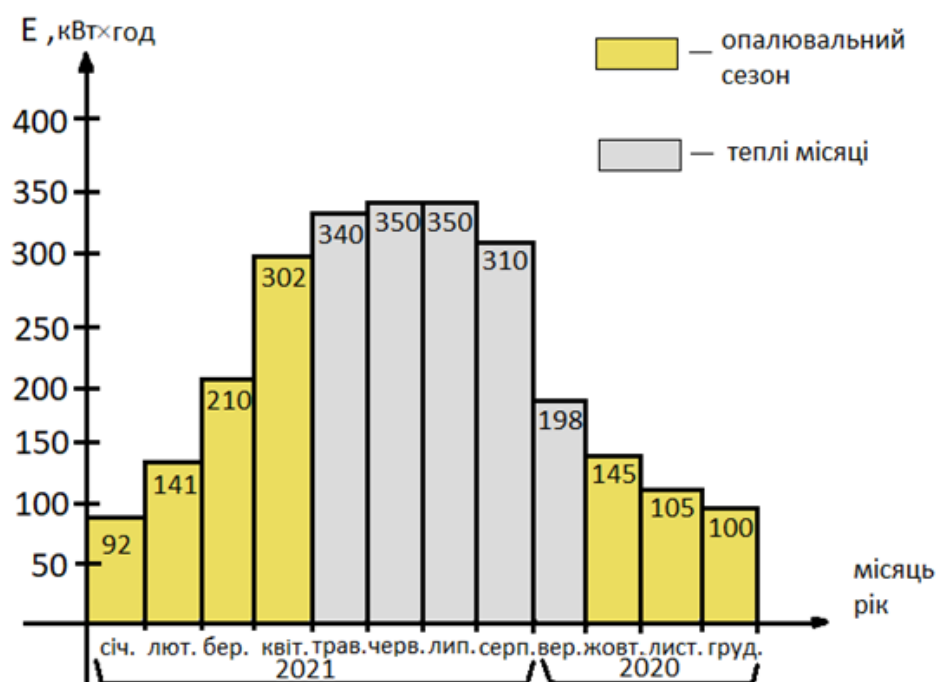


Рис. 2. Виробництво електроенергії сонячною батареєю БНАУ 2020-2021.

Список літератури

6. Колектори сонячні . Методи випробування – 4.2: кваліфікаційні випробування – К.: державний стандарт України , 2008 – 36 с.
7. Будько В.І. Сучасні технологічні процеси , обладнання та устаткування фотоелектричного перетворення сонячної енергії – Київ ЮНІДО 2015 – 49 с.
8. Возняк О.Т. Енергетичний потенціал сонячної енергії та перспективи його використання в Україні . «Львівська політехніка» - 2010 - №664 - 7 – 10 с.
9. Гелетука Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні . Частина 1 // Промышленная теплоэнергетика К. 2010 - №3 – 73 – 79 с.
10. Кувшинов В.В. Методи розрахунку і підвищення ефективності використання тепло – фотоелектричних установок // Збірник наукових праць – Севастополь СКУАЄНП, 2013 – випуск 2(46) – 166 -171 с.
6. Олійник Ю.С. , Машкова О.В. , Ефективність сонячних батарей . СборникнаучныхтрудовВипуск 1 (33) Ч.І. Переяслав – Хмельницький 2018 - 37 – 39 с.

7. Паламарчук О.Ю. Підвищення ефективності використання сонячної енергії за допомогою колекторів. Дис. Кандидат технічних наук: спец 05.23.03 «Вентиляція, освітлення і тепло – газопостачання» 2007 – 20 с.

8. Смолярчук П.Г. Розробка математичної моделі ефективності сонячних перетворювачів // Східно-європейський журнал передових технологій – 5/8(71), 2014 - 30-36 с.

9. Сонячна енергетика : теорія та практика : монографія :/ Й.С. Мисак , О.Т. Возняк , О.С. Дацько , С.П. Шаповал / Львів , політехніка , 2014 – 340 с.

УДК 621.311.243:721-027.551

Сафін М.І., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді, учень 9 класу Білоцерківської гімназії № 7.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, завідуючий фізико-технічним відділенням Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

ДОСЛІДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Проведено аналітичний огляд існуючих сонячних батарей.

Основною класифікацією сонячних батарей прийнято вважати поділ їх за типом фотоелектричних комірок. Запропоновано методика розрахунку сонячних батарей яка за необхідності може бути використана при встановленні та визначенні ефективності сонячних панелей, для формування невеликих приватних сонячних колекторів.

Ключові слова: сонячні батареї, фотоенергетика, генерація сонячної батареї, сонячні трекери, конвертори тепла.

Основною класифікацією сонячних батарей прийнято вважати поділ їх за типом фотоелектричних комірок. Сучасні сонячні батареї виготовляються з різних матеріалів, але всі вони умовно поділяються на такі види:

- монокристалічні фотоелементи найбільш складні і дорогі, оскільки для їх виготовлення потрібен кристалічний кремній, однак, мають найбільшу ефективність 14%-20% перетворення світла у електричну енергію;

- полікристалічні чи мультикристалічні фотоелементи дешевші, ніж монокристалічні, однак менш ефективні;

- тонко плівкові фотоелементи використовують тонкі плівки, що виготовляються з розплавленого кремнію, сульфату кадмію. Такі фотоелементи найменш ефективні;

- багато перехідні сонячні елементи або гетерофотоелементи. Такий елемент складається з декількох р-п переходів (AlGaAs-GaAs), кожен з яких вловлює світло певного спектру. Такі сонячні елементи досягають найвищої ефективності – 35%. Велика складність виготовлення таких пристроїв робить їх малопоширеними.

Вади всіх цих видів:

- потреба акумулятора і іонізатора вночі. Це пов'язано для підтримки роботи навантаження в темряві;
- різка залежність вихідної потужності від кута падіння променів на світлочутливу поверхню, що змушує використовувати автоматичні системи орієнтування в просторі;
- неможливість отримати потужність з квадратного метра сонячної батареї більше 0,1 кВт, використовуючи дешеві матеріали;
- швидка деградація фотоелементів в умовах підвищеного радіаційного фону і проникаючої радіації;
- при збільшенні температури зовнішнього середовища вихідна напруга падає за лінійним законом.

Мета роботи. Проведення досліджень роботи сонячних батарей, та розробка рекомендацій щодо його ефективної експлуатації.

Завдання досліджень. Провести аналітичні дослідження можливостей використання сонячної енергії геліоколекторною установкою. Розробити методику розрахунку використання потенціалу сонячної енергії.

Об'єкт досліджень. Способи та конструкції обладнання для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію та тепло.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження, які проводились на основі статистичного опрацювання наукових досліджень та проведення експериментальних досліджень.



Рис. 1. Сонячна батарея приватного будинку.

Таблиця 1 - Технічна характеристика сонячної панелі приватного сектору

№	Показник	Значення показника
1	Потужність, Вт	375,0
2	Розміри, мм	2384 · 1096 · 35
3	V_{xx} , В	37,78
4	$I_{kз}$, А	18,18
5	V_p , В	31,46
6	I_p , А	17,17
7	ккд, %	19,1
8	Вага, кг	29,2

Для визначення генерації сонячної енергії різними енергетичними засобами, зокрема сонячними батареями використано відповідну залежність:

$$E = I \cdot S \cdot \text{ккд} \cdot D \cdot n \quad (1)$$

де:

$E_{\text{п.с.}}$ – генерація сонячної енергії в приватному секторі, МВт;

I – інсталяція сонячної енергії в Київській області, (3,28 кВт год/ м²);

S – площа сонячної панелі, (2,61 м²);

ккд– коефіцієнт корисної дії батареї (0,19 %);

D – кількість діб роботи сонячних батарей, (365 діб);

n – кількість сонячних батарей, (70 одн.);

$E_{\text{п.с.}} = 3.28 \cdot 2,61 \cdot 0,19 \cdot 70 \cdot 365 = 41,56 \text{ МВт}.$

Список літератури

11. Колектори сонячні . Методи випробування – 4.2: кваліфікаційні випробування – К.: державний стандарт України , 2008 – 36 с.
12. Будько В.І. Сучасні технологічні процеси , обладнання та устаткування фотоелектричного перетворення сонячної енергії – Київ ЮНІДО 2015 – 49 с.
13. Возняк О.Т. Енергетичний потенціал сонячної енергії та перспективи його використання в Україні . «Львівська політехніка» - 2010 - №664 - 7 – 10 с.
14. Гелетука Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні . Частина 1 // Промышленная теплоэнергетика К. 2010 - №3 – 73 – 79 с.
15. Кувшинов В.В. Методи розрахунку і підвищення ефективності використання тепло – фотоелектричних установок // Збірник наукових праць – Севастополь СНУЯЄНП, 2013 – випуск 2(46) – 166 -171 с.
6. Олійник Ю.С. , Машкова О.В. , Ефективність сонячних батарей . СборникнаучныхтрудовВыпуск 1 (33) Ч.І. Переяслав – Хмельницький 2018 - 37 – 39 с.
7. Паламарчук О.Ю. Підвищення ефективності використання сонячної енергії за допомогою колекторів. Дис. Кандидат технічних наук: спец 05.23.03 «Вентиляція , освітлення і тепло – газопостачання» 2007 – 20 с.
8. Смолярчук П.Г. Розробка математичної моделі ефективності сонячних перетворювачів // Східно-європейський журнал передових технологій – 5/8(71), 2014 - 30-36 с.
9. Сонячна енергетика : теорія та практика : монографія :/ Й.С. Мисак , О.Т. Возняк , О.С. Дацько , С.П. Шаповал / Львів , політехніка , 2014 – 340 с.

УДК 621.311.243

Войтовський В.В., студент

Науковий керівник: **Рубець А. М.**, кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ГЕНЕРУВАННЯ ЕНЕРГІЇ СИСТЕМИ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ (СЕС).

Проведено аналітичний огляд перспективних шляхів акумулювання генерованої енергії СЕС.

Більш доцільно електричну енергію перетворювати в теплову безпосередньо.

Найчастіше, коефіцієнт потужності таких електронагрівачів близький до одиниці.

Таким чином загальний ККД такого нагрівального пристрою може бути в межах 95-96%.

Якщо використовувати для енергетичних цілей водень, отриманий шляхом електролізу, то загальний коефіцієнт корисної дії пристрою буде значно нижчий, наприклад, для двигуна внутрішнього згорання ККД перетворення в механічну енергію близько 0,3.

Таким чином, при порівнянні енергоефективності нагрівання шляхом спалювання водню, отриманого через електроліз, загальний коефіцієнт корисної дії буде нижчий орієнтовно у 3,5 рази порівняно з прямим електронагріванням.

Ключові слова: сонячні батареї, водень, генерація сонячної батареї, сонячні трекери, конвертори тепла.

Бурхливе збільшення числа і загальної потужності СЕС в Україні та інших країнах світу поряд із позитивними наслідками породжує певні проблеми. В першу чергу це великі добові коливання генерованої потужності з максимумом її опівдні та повною відсутністю генерованої енергії в темний період доби. До певного часу такі добові коливання потужностей були бажаними, оскільки пік потужності навантаження електроспоживання співпадав з максимумом потужності СЕС. Однак подальше зростання числа і загальної потужності СЕС у певних енергосистемах опівдні починає суттєво перевищувати потужність пікового електроспоживання, що потребує непростого регулювання режимів роботи на теплових та атомних електростанціях. Подібну проблему вже вирішують в багатьох країнах світу.

Мета роботи – обрати раціональну систему акумулювання електроенергії, отриманої в години максимальної генерованої потужності на сонячних електростанціях.

Завдання – порівняти сучасні шляхи акумуляції енергії та зробити висновок щодо їх ефективності.

Методи досліджень. В роботі використано теоретичні методи з використанням комп'ютерної програми Excel та експериментальна перевірка залежності потужності генерування електроенергії від кута падіння променів сонця.

Компанія TESLA пропонує застосування акумуляторних станцій з великою електричною ємністю. В години зменшення та відсутності генерування енергії СЕС акумулятори станції через інвертори живлять електромережу.

Іншим перспективним шляхом акумулювання генерованої енергії СЕС вважається зелена технологія виробництва водню. Така технологія досить проста і давно розроблена на високому рівні. Проте досі у світовому виробництві водню електролізом отримують лише близько 5%. Це пояснюється економічною недоцільністю витрачання електричної енергії для виробництва водню для теплоенергетичних потреб.

Більш доцільно електричну енергію перетворювати в теплову безпосередньо.

Найчастіше, коефіцієнт потужності таких електронагрівачів близький до одиниці. Таким чином загальний ККД такого нагрівального пристрою може бути в межах 95-96%. Якщо використовувати для енергетичних цілей водень, отриманий шляхом електролізу, то загальний коефіцієнт корисної дії пристрою буде значно нижчий, наприклад, для двигуна внутрішнього згорання ККД перетворення в механічну енергію близько 0,3. Питомі енерговитрати в кращих технологіях отримання водню електролізом в розрахунках приймають близько 50 кВт·год на 1 кг. Таким чином, при порівнянні енергоефективності нагрівання шляхом спалювання водню, отриманого через електроліз, загальний коефіцієнт корисної дії буде нижчий орієнтовно у 3,5 рази порівняно з прямим електронагріванням. Найбільш ефективно хімічна енергія водню перетворюється в електроенергію в паливних елементах, які сьогодні швидко розвиваються і мають велику перспективу на електромобілях та водному електротранспорті.

Аналогічними розрахунками можна порівняти енергетичну ефективність використання електричних акумуляторів і водневої енергоутилізації.

Так ККД процесу зарядження електричних акумуляторів найпоширеніших типів вважається близько 0,75, а розрядження може досягати 0,8. Таким чином загальний ККД використання становитиме близько 0,6.

В нинішній час кращим промислово освоєним процесом виробництва водню досягають результату енергозатрат близько 50 кВт·год. на 1 кг водню, що становить 180 МДж на 1 кг. Подальші проблеми зберігання отриманого водню також досить великі, однак обладійливі перспективи має гідридна технологія зберігання водню, яка сьогодні досліджується у багатьох лабораторіях передових країн світу.

Отже можна зробити перший висновок про те, що виробництво водню шляхом електролізу для енергетичних цілей є доцільним лише у випадку неможливості використання електроенергетичних процесів. Однак це не стосується електроенергії сонячних та вітрових електроустановок в години максимального генерування. У порівнянні з електрохімічними акумуляторами водневе енергоакумулювання не має жорстких кількісних та режимних обмежень, тому водневу технологію акумулювання можна вважати досить конкурентноспроможною.

Список літератури

1. Кислова О.В. Основи електрохімії: навч. Посібник/О.В. Кислова, Ш.С. Макєєва.-К.: КНУДТ, 2017.-128 с.
2. Байрачний Б. І. Перспективи використання сонячних батарей у водневій енергетиці для автономного забезпечення тепловою енергією / [Б. І. Байрачний, Г. Г. Тульський, Ю. А. Желавська та інші] // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 1. – С. 11 – 14.
3. Півняк Г.Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. – 109 с.
4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk>
5. Встановлення сонячних батарей. Варіанти конструкцій під монтаж сонячних батарей [Електронний ресурс]:-2018р. Режим доступу до ресурсу: <http://mysolarenergyua.blogspot.com/2017/03/blog-post30>
6. <https://alfa.solar/uk/>

УДК 621.311.21.004.12

Васько П.Ф., доктор технічних наук, с.н.с.

Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України

ПРАВОВІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ НОВИХ МАЛИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В УКРАЇНІ

Зроблено аналіз екологічних аспектів сучасного етапу розвитку малої гідроенергетики в світлі положень чинної нормативно-правової бази в природоохоронній сфері.

Ключові слова: гідроенергетика, довкілля, екологія, норматив, технологія

Гідроенергетичний потенціал малих гідроелектричних станцій (ГЕС) України з урахуванням природоохоронних обмежень на використання території для будівництва станцій та витрат води для виробництва електроенергії складає 1270 млн. кВт*годин за рік. Досягне значення встановленої потужності малих ГЕС оцінюється на рівні 375 МВт [1,2]. До зазначених обсягів будівництва нових ГЕС необхідно долучити також станції на зворотних водах технологічних процесів та очисних споруд [3]. Станом на 2021 рік в експлуатації перебували станції загальною встановленою потужністю біля 117 МВт [4]. Проекти нових станцій повинні передбачати максимально можливе збереження природного середовища річки, відповідати сучасному світовому рівню та Цілям сталого розвитку України, представленим в Національній доповіді КМ України від 15 вересня 2017 року [5].

Екологічні вимоги стосовно будівництва малих ГЕС наведені у вітчизняних законах і програмах з охорони, збереження та розумного використання природних ресурсів, а також в міжнародних договорах, конвенціях і протоколах до них. До основних нормативних документів можна віднести закони України про охорону навколишнього середовища, про Червону

книгу, про природно-заповідний фонд України, водний та земельний кодекси, Бернську Конвенцію про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі, Рамкову конвенцію про охорону та сталий розвиток Карпат, Європейську ландшафтну конвенцію, директиви ЄС про збереження природного середовища. Також слід враховувати природоохоронні положення міжнародного документа «Керівні принципи розвитку гідроенергетики», затвердженого 18-19 червня 2013 року в м.Сараєво (Боснія і Герцеговина) на зустрічі Міжнародної комісії із захисту річки Дунай. Дані принципи ґрунтуються на критеріях екологічної цінності території. Керуючись цим документом, громадські та екологічні організації України розробили «Критерії і принципи вибору місць для будівництва малих ГЕС на гірських річках Карпат», які пройшли апробацію на громадських слуханнях і обговореннях.

Природоохоронні обмеження на використання гідроенергетичного ресурсу річки при будівництві малих ГЕС можуть бути приведені до двох типів, а саме:

- обмеження на використання територій для будівництва малих ГЕС (національні природні парки, заповідники, пам'ятки природи, місця покладів корисних копалин і мінеральних вод, історико-культурні території, земельні ділянки спеціального призначення, значні площі затоплення);

- обмеження на використання води для виробництва електроенергії малою ГЕС (санітарний попуск, безперервне функціонування рибоходів, межень, повені та паводки, оперативні заходи з регулювання водного потоку через гідроспоруди, регулювання потужності ГЕС по водотоку).

Основні технологічні вимоги для реалізації обмежень на використання води для виробництва електроенергії, сформулюємо наступним чином:

- проект малої ГЕС повинен передбачати безперешкодну міграцію риб;
- гідротехнічна система малої ГЕС не повинна викликати будь-які довгострокові деградації біорізноманіття або наносити серйозну шкоди річковим біокомплексам;
- мала ГЕС повинна функціонувати із забезпеченням такого експлуатаційного режиму роботи, що максимально близько відповідає умовам природного стоку річки.

Технічна реалізація двох останніх вимог можлива за режиму регулювання потужності малої ГЕС по водотоку. Цей режим роботи станції надає можливість практично не спотворювати природний гідрологічний режим та біологічний стан русла річки нижче створу станції. Експлуатаційний режим ГЕС, яка працює по водотоку, та її потужність повністю визначаються надходженням води до створу станції. Значення номінальної потужності та структура побудови станції повинні забезпечувати досягнення найбільшої енергетичної ефективності її функціонування протягом року.

Список літератури

1. Vas'ko P., Ibragimova M. World Small Hydropower Development Report 2019. Europe. Ukraine United Nations Industrial Development Organization.

International Center on Small Hydro Power. pp.55-60. URL: <https://www.unido.org/sites/default/files/files/2020-02/Europe%20Region.pdf>. [Дата звернення -1.12.2022].

2. Бриль А.О., Васько П.Ф., Мороз А.В. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України з урахуванням природоохоронних обмежень. *Гідроенергетика України*. 2019. № 3-4, С. 47- 51. URL: <https://uhe.gov.ua/sites/default/files/2019-12/13.pdf>. [Дата звернення - 1.12.2022].

3. Бриль, А., Васько, П., Мороз, А. Нормативно-правові аспекти використання в Україні гідроенергетичного потенціалу зворотних вод технологічних процесів за «зеленим» тарифом на генеровану електроенергію. *Відновлювана енергетика*. 2021. №1, С.59-69. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.1\(64\).59-69](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2021.1(64).59-69).

4. Шафаренко Ю. Net Energy Metering - нові можливості для відновлюваної енергетики. *Матеріали конференції ім. Адама Сміта*. 16 липня 2021. Київ. URL: https://saee.gov.ua/sites/default/files/blocks/Net_Metering_Adam_Smith_Shafarenko_16.07.2021_0.pdf. [Дата звернення -1.12.2022].

5. Національна доповідь. Цілі сталого розвитку: Україна. Київ: Міністерство економічного розвитку та торгівлі України, 2017. С.176.

УДК 339.9

Бурковська А. І., PhD, асистент

Бурковська А.В., кандидат економічних наук, доцент

Миколаївський національний аграрний університет

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ БІОМАСИ В СВІТІ

У доповіді розкрито сутність біомаси, окреслено основні переваги та недоліки використання енергії біомаси. Проаналізовано різноманітні процеси перетворення біомаси на енергію. Досліджено джерела отримання біомаси.

Ключові слова: біомаса, переробка, біопаливо, парниковий ефект, сталий розвиток.

Актуальність досліджень використання енергії біомаси полягає у наростаючому значенні розробки альтернативних джерел енергії у світі, що дозволить знизити негативний вплив на оточуюче середовище та здешевити вартість енергоресурсів.

Мета дослідження полягає у дослідженні переваг та недоліків використання енергії біомаси у різних сферах господарської діяльності.

Основні результати дослідження. Біомаса - це відновлюваний органічний матеріал, який походить від рослин і тварин. До середини 1800-х років біомаса була найбільшим джерелом загального річного споживання енергії в США. Біомаса продовжує залишатися важливим паливом у багатьох країнах, особливо для приготування їжі та опалення в країнах, що розвиваються. Використання палива з біомаси для транспортування та виробництва електроенергії зростає в багатьох розвинених країнах як засіб

уникнення викидів вуглекислого газу від використання корисних копалин. У 2021 році біомаса забезпечила майже 5 квадрильйонів британських теплових одиниць (Btu) і близько 5% загального споживання первинної енергії в Сполучених Штатах [1].

Біомаса використовується з тих пір, як люди почали спалювати деревину для приготування їжі та зігрівання. Сьогодні деревина залишається найбільшим енергетичним ресурсом біомаси [2]. Інші джерела включають продовольчі культури, трав'янисті та деревні рослини, відходи сільського або лісового господарства, багаті нафтою водорості та органічні компоненти міських і промислових відходів. Навіть випари зі звалищ (які містять метан, основний компонент природного газу) можна використовувати як джерело енергії з біомаси.

Біомаса містить накопичену хімічну енергію сонця. Рослини виробляють біомасу за допомогою фотосинтезу. Біомасу можна спалювати безпосередньо для отримання тепла або перетворювати на відновлюване рідке та газоподібне паливо за допомогою різних процесів.

Джерела біомаси для отримання енергії включають [3]:

- деревину та відходи деревообробки — дрова, деревні пелети та відходи лісоматеріалів та меблевих комбінатів, чорний щелок целюлозно-паперових комбінатів;
- сільськогосподарські культури та відходи — кукурудза, соєві боби, цукрова тростина, деревні рослини та водорості, а також залишки рослинництва та харчових продуктів, переважно для виробництва біопалива;
- тваринний гній і стічні води для виробництва біогазу/відновлюваного природного газу.

Біомаса перетворюється на енергію за допомогою наступних процесів [1]:

- пряме спалювання для отримання тепла;
- термохімічне перетворення для отримання твердого, газоподібного та рідкого палива;
- хімічна переробка для отримання рідкого палива;
- біологічне перетворення для отримання рідкого та газоподібного палива.

Пряме спалювання є найпоширенішим методом перетворення біомаси на корисну енергію [2]. Усю біомасу можна спалювати безпосередньо для опалення будівель, для виробництва тепла в промислових процесах і для виробництва електроенергії в парових турбінах.

Термохімічне перетворення біомаси включає піроліз і газифікацію [2]. Обидва способи є процесами термічного розкладання, під час яких вихідні матеріали біомаси нагрівають у закритих посудинах під тиском, які називаються газифікаторами, при високих температурах. Вони в основному відрізняються температурами процесу та кількістю кисню, присутнього під час процесу перетворення.

Висновок. Використання енергії біомаси має потенціал для значного скорочення викидів парникових газів. При спалюванні біомаси виділяється приблизно така ж кількість вуглекислого газу, як при спалюванні сировини, добутої з корисних копалин. Однак викопне паливо виділяє вуглекислий газ, утворений фотосинтезом мільйони років тому — по суті «новий» парниковий газ. Біомаса, з іншого боку, вивільняє вуглекислий газ, який значною мірою врівноважується вуглекислим газом, переробленим при її власному зростанні (залежно від того, скільки енергії було використано для вирощування, збирання та обробки палива).

Список літератури:

1. Енергія біомаси: переваги та недоліки використання. URL: <https://education.nationalgeographic.org/resource/biomass-energy>.
2. Bajracharya, S., Sharma, M., Mohanakrishna, G., Benneton, X. D., Strik, D. P., Sarma, P. M., et al. (2016). An overview on emerging bioelectrochemical systems (BESs): technology for sustainable electricity, waste remediation, resource recovery, chemical production and beyond. *Renew. Energy* 98, 153–170. doi: 10.1016/j.renene.2016.03.002.
3. Bhutto, A. W., Bazmi, A. A., and Zahedi, G. (2012). Greener energy: issues and challenges for Pakistan-hydel power prospective. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16, 2732–2746. doi: 10.1016/j.rser.2012.02.034

УДК 621.3.072.8:631.86

Сенчук М.М., кандидат технічних наук, доцент
Білоцерківський національний аграрний університет

ОПТИМІЗАЦІЯ ПОТУЖНОСТІ ПУНКТИВ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВА НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ

В роботі запропонована методика визначення потужності пунктів для переробки органічних відходів, яка дає можливість визначити оптимальну потужність пункту за встановленими об'ємами органічних відходів і відстані від пункта до їх розміщення.

Ключові слова: біопаливо, потужність пунктів, питомі витрати, олійні культури, біопаливо.

Метою досліджень є розробка методики розрахунку потужності та розташування пунктів з переробки насіння олійних культур в біопаливо.

Питомі витрати (грн.) можна представити такою функціональною залежністю:

$$C = \frac{3_{\text{в}}}{M} + 2z_{\text{н}}r + z_{\text{в}} \quad (1)$$

де C – питома собівартість виробництва, грн/т;

$3_{\text{в}}$ – загальні накладні витрати на переробку органічної сировини, грн/рік;

$z_{\text{н}}$ – питомі витрати на перевезення сировини, грн./(т·км);

z_6 – приведені прямі витрати на переробку органічної сировини, грн./т;
 r – відстань від пункту переробки до сировини, км;
 M – маса органічної сировини для переробки, яку необхідно зібрати і доставити з полів, т/рік.

У формулі (1) маємо дві змінні величини. Перший доданок характеризує зменшення питомих витрат залежно від збільшення маси, що переробляється. Другий - витрати, які підвищуються через збільшення площі збору і відстані доставки сировини. Для приведення до однієї змінної встановимо їх взаємозв'язок.

Розглянемо елементарний приріст маси Δm органічної сировини, яку необхідно зібрати з площі ΔS (рис. 1), припустивши, що розподіл сировини на площі характеризується врожайністю (для олійних культур) або щільністю ρ (для вторинної органічної сировини)

$$\Delta m = \rho \Delta S. \quad (2)$$

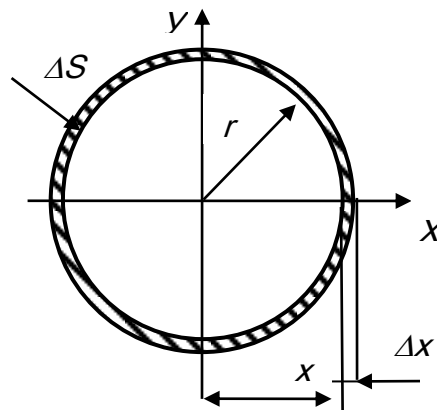


Рис. 1. Схема площі елементарної ділянки

Площа елементарної ділянки залежить від відстані $\Delta S = f(x)$.

За умовою $\Delta x^2 \rightarrow 0$, як величина другого порядку меншості, маємо

$$\Delta m = \rho \alpha [(x + \Delta x)^2 - x^2] \approx 2\rho \alpha x \Delta x, \quad (3)$$

де α - щільність розміщення полів з сировиною для біопалива:

$$\alpha = \frac{S_6}{S}, \quad (4)$$

S_6 – площа ділянок на якій розміщена сировина для отримання біопалива, га;

S – загальна площа земельних угідь, га;

Інтегруючи формулу (3), отримаємо значення маси органічної сировини яку необхідно переробити для отримання біопалива:

$$M = 2\rho \alpha \int_0^r x dx = \rho \alpha r^2, \quad (5)$$

де $\pi = 3,14$.

Підставляючи значення маси в формулу (1), отримаємо вираз для питомих витрат залежних від однієї змінної

$$C = \frac{3_v}{\pi \rho \alpha r^2} + 2z_n r + z_v \quad (6)$$

Продиференціювавши вираз (5) і прирівнявши похідну до нуля, отримаємо оптимальне значення відстані від пункту до ділянок, на яких розміщена сировина для отримання біопалива, що забезпечує мінімальні питомі витрати при переробці

$$C' = -2 \frac{3_v}{\pi \rho \alpha r^3} + 2z_n, \quad (7)$$

$$r_{opt} = \sqrt[3]{\frac{3_v}{\pi \rho \alpha z_n}} \quad (8)$$

Підставивши r_{opt} замість r в формулу (5), отримаємо вираз для потужності пункту для переробки органічної сировини в пальне:

$$M_{opt} = \pi \rho \alpha \left(\frac{3_v}{\pi \rho \alpha z_n} \right)^{\frac{2}{3}}. \quad (9)$$

$$M_{opt} = \sqrt[3]{\pi \rho \alpha \left(\frac{3_v}{z_n} \right)^2}. \quad (10)$$

Таким чином наведена методика дає можливість визначати оптимальні параметри пунктів для переробки органічної сировини в біопаливо, з урахування відстані її перевезень на етапі їх проектування.

Список літератури

1. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В. Дубровін, М. Корчемний, І. Масло, О. Шептицький та ін. Київ : ЦТІ «Енергетика і електрофікація», 2004. 256 с.
2. Бондар В.С., Фурса А.В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної біосировини на тверді види палива. Економіка АПК. 2015. № 3. С. 22.
3. Голуб Г.А., Лук'янець С.В. Інвестиційна привабливість виробництва і використання дизельного біопалива. Економіка АПК. 2013. № 2. С. 54-61.
4. Економічна ефективність виробництва біопалива в контексті продовольчої та енергетичної безпеки України / О.М. Шпичак, С.А. Стасіневич, Т.В. Куць, Є.А. Михайлов та ін. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2010. 294 с.

УДК 67.02

¹Семен Я.В., канд., техн. наук, доцент

¹Крупич О.М., канд., техн. наук, доцент

¹Левко С.І., старший викладач

²Крупич С.О., науковий співробітник

¹Львівський національний університет природокористування

²Інститут механіки та автоматики Національної академії аграрних наук

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ УЩІЛЬНЕННЯ РОСЛИННИХ РЕШТОК ПІД ЧАС ПРЕСУВАННЯ

Анотація. Наведено результати експериментальних досліджень процесу ущільнення рослинних решток окремих сільськогосподарських культур. Встановлено основні закономірності протікання процесу ущільнення з графічним його відображенням. Проаналізовано вплив тиску в пресувальній камері й розмірні характеристики досліджуваного матеріалу на характер протікання процесу його ущільнення.

Ключові слова: процес ущільнення, рослинні рештки, експериментальні дослідження

На сьогоднішній день створені й використовуються різноманітні пристрої, обладнання, преси для формування брикету з відходів переробних виробництв, подрібнених післяжнивних решток сільськогосподарських культур, спеціально вирощуваних енергетичних культур.

Метою експериментальних досліджень ставилося визначення оптимальних механіко-технологічних показників, зокрема ступеня подрібнення (розміру) та вологості стеблових рослинних матеріалів, як вихідного продукту для формування брикету в шнековому пресі з розробленою формувальною головкою [1, 2].

Вихідним матеріалом під час експериментів вибирались подрібнені на довжину 5, 10 та 20 мм стебла соломи пшениці озимої (рисунок 1) і вівса, вологість яких становила 14%, ріпаку озимого, вологістю 16% та очерету (вологість 15%).



Рис. 1. Зразки досліджуваного матеріалу

Поперечні розміри кожного матеріалу залежали від виду досліджуваної сільськогосподарської культури і під час попереднього подрібнення суттєвих змін не зазнавали.

Експерименти проводились з використанням лабораторної установки на базі тарувального стенда, обладнаного пристосуванням для випробування матеріалів на стиск, у верхній частині якого змонтовано поршень, а у нижній – циліндр.

На підставі виконаних експериментів були побудовані закономірності протікання процесу ущільнення рослинного матеріалу. Як видно з наведених графіків щільність отриманого брикету з соломи пшениці озимої (рисунок 2) за однакового тиску є найбільшою (1146 кг/м^3) для довжини її подрібнення 5 мм, що обумовлено меншою кількістю пустот і порожнин у такому матеріалі.

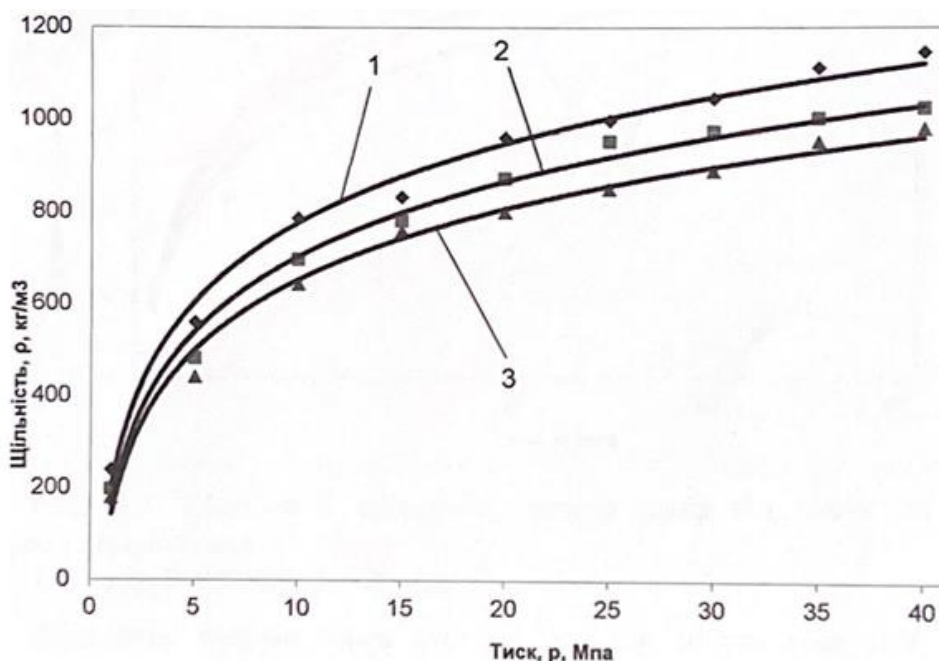


Рис. 2. Залежність щільності соломи пшениці озимої від тиску пресування за довжин подрібнення: 1 – 5 мм; 2 – 10 мм; 3 – 20 мм.

Щільність брикету з соломи вівса, стебла якої відзначаються доволі високою міцністю і низькою вологістю, змінюється в межах $900 \dots 1150 \text{ кг/м}^3$ за максимального тиску 40 МПа, причому мінімальне значення щільності спостерігається для довжини подрібнення 20 мм, а максимальне – для 5 мм.

Щільність брикетів, отриманих з соломи ріпаку для різних довжин подрібнення суттєво не різняться і сягає майже 1000 кг/м^3 за максимального тиску 40 МПа. Це частково можна пояснити тим, що стебла ріпаку, на відміну від колосових культур, є більш щільними і ламкими й майже не мають внутрішніх пустот.

Брикети, отримані з подрібнених до 5 мм стебел очерету також мають найбільшу щільність, що за тиску 40 МПа становить 1140 кг/м^3 . Слід відмітити,

що під час подрібнення стебел очерету спостерігалось часткове їх плющення та руйнування.

Спільним для усіх досліджуваних решток сільськогосподарських культур, не залежно від довжини їх подрібнення є подібна закономірність зміни щільності від тиску в робочій камері пресування, хоча інтенсивність протікання процесу дещо різниться.

Як видно з наведених графіків із збільшенням тиску в камері пресування наростання щільності поступово зменшується. Так на ділянці від тиску від 1 до 5 МПа спостерігається доволі різке зростання щільності, що пояснюється витісненням порожнин з маси і її частковий перерозподіл у об'ємі камери. На ділянці 5 до 12 МПа відбувається плавний перехід до безпосереднього пресування маси, який надалі відбувається також за майже пропорційною залежністю. При цьому з матеріалу, який піддається ущільненню поступово видаляється повітря і волога й утворюється доволі однорідна маса.

Список літератури

1. Левко С.І., Крупич О.М., Семен Я.В. Формувальна головка преса рослинних матеріалів. *Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву: каталог інноваційних розробок ЛНАУ*. 2019. Вип. XX. С. 52;
2. Фомувальна головка із комбінованою поверхнею: пат. 148782 Україна: МПК В30В 11/24. № *и* 202102345; заявл. 05.05.21, опубл. 15.09.21. Бюл. №37. 5 с.

УДК 631.371

Ребенко В.І., кандидат технічних наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

ШЛЯХИ НАДІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГІЄЮ ОБ'ЄКТІВ ТВАРИННИЦТВА

Висвітлено аналіз перспективних напрямків і шляхів забезпечення енергією тваринницьких підприємств та підвищення енергоефективності виробництва

Ключові слова: енергозабезпечення, енергоспоживання, енергоефективність, відновлювальні джерела, відходи виробництва

Ефективне й надійне енергозабезпечення є базою для розвитку всіх галузей сільського господарства, підвищення рівня життя й привабливості праці на селі. Занепад економіки в 90-х роках супроводжувався значним падінням сільгоспвиробництва, структурними змінами в організації виробництва, що привело до різкого скорочення посівних площ і поголів'я тварин, а із цим зв'язане значне скорочення споживання енергії.

Однієї з важливих тенденцій у розвитку світової, та й української енергетики є збільшення частки децентралізованих систем виробництва й використання електричної й теплової енергії на базі освоєння технологій

використання поновлюваних джерел енергії, переробки біомаси, місцевих енергоресурсів, відходів, при оптимальній комбінації різних їхніх видів.

Розвиток цього напрямку для сільських об'єктів включає:

- розробку й реалізацію автономних систем енергозабезпечення й засобів «малої енергетики» на базі міні-теп, теплових насосів і когенераційних установок з комбінованим виробітком теплової й електричної енергії, що потрібно багатьом сільським споживачам у галузях тваринництва, захищеного ґрунту й інших при широкім використанні газу, місцевих і поновлюваних енергоресурсів, відходів сільгоспвиробництва;

- розробку енергоефективних технологій збору, підготовки й переробки біомаси в якісні види палива - рідке, газоподібне й тверде з наступним виробництвом електричної й теплової енергії;

- широке використання поновлюваних джерел енергії з розробкою нових високоефективних технологій їх перетворення (з підвищеним ККД і терміном служби) в електричну й теплову енергію, створення на їхній базі автономних і комбінованих систем енергозабезпечення, конкуруючи за вартістю одержуваної енергії з, що традиційно поставляється централізовано й заміщаючи споживання значної частки традиційних енергоресурсів;

- розробку нових способів переробки відходів тваринництва й рослинництва в біопаливо з одержанням теплової й електричної енергії, удосконалювання біогазової технології переробки гною, відходів, стоків;

- одержання й використання композиційних і сумішевих палив.

Використання автономних систем у значній мірі знизить залежність від централізованого енергопостачання, забезпечуючи часткове або повне самоенергозабезпечення ряду підприємств. При цьому вирішуються екологічні проблеми - знижується рівень забруднення середовища проживання відходами тваринництва, шкідливими викидами електростанцій, транспорту.

Підтримка інноваційних і інвестиційних проектів розвитку енергетичної бази села і їх використання у виробництві й ЖКГ - це створення сприятливих умов виробникам і споживачам енергоефективного обладнання по використанню нетрадиційних джерел енергії й місцевих енергоресурсів.

У першу чергу, це - вільний доступ малої енергетики (при дотриманні технічних вимог) на ринок електроенергії й недискримінаційне приєднання малих систем до електричної мережі централізованого енергопостачання.

Значні резерви економії паливо-енергетичних ресурсів, зниження енерговитрат і енергоємності продукції закладені в освоєнні розроблених і розроблювальних енергоощадливих електро- і теплотехнологіях, електротехнологічних процесах і обладнанні для тваринництва й рослинництва, у теплових процесах створення мікроклімату, освітленні й опроміненні, при зберіганні й переробці продукції, обробці зерна й підготовці насіння, боротьбі з бур'янами, знезаражуванні, в овочівництві закритого ґрунту, готуванні кормів, обробленні сільськогосподарських культур з мінімальною обробкою ґрунту, використанні комбінованих і широкозахватних агрегатів, систем точного керованого землеробства й ін. Принцип децентралізації енергопостачання ферм

і інших об'єктів, коли енергетичні установки вбудовуються у виробничі приміщення, безпосередньо забезпечуючи енергією технологічний процес, підтвердив свою ефективність; як правило, для цього використовуються електрифіковані або газифіковані установки. Це дозволяє позбуватися від протяжних теплових, газових і електричних мереж, що значно зменшує втрати енергії. Для таких систем розроблене й розробляється нове автоматизоване енергетичне встаткування - інфрачервоні електричні й газові обігрівачі, ємнісні й проточні електроводонагрівачі, конвектори, теплопарогенератори, утилізатори, теплові насоси, холодильне обладнання.

Високу енергоефективність в системах теплоенергозабезпечення мають такі технологічні процеси, як утилізація викидної теплоти й використання теплових насосів. Результати досліджень і випробувань цього обладнання підтверджують їх енергоефективність - їх реалізація дозволяє заощаджувати до 30% витрат енергії на опалення й мікроклімат. Їхнє використання в процесах вентиляції тваринницьких приміщень, охолодження молока й нагрівання води найбільше ефективно й має більшу перспективу. Крім цього, теплові насоси знайдуть своє застосування в системах енергопостачання підприємств захищеного ґрунту, фермерських господарств, зберігання продукції відповідно до конкретних умов об'єктів. Що успішно розвиваються енергоефективним напрямком є вдосконалювання систем висвітлення приміщень, опромінення рослин і тварин на базі нових освітлювальних приладів з регульованим спектром, з лампами високої світлової віддачі й більшим терміном служби (компактні люмінесцентні, металлогалогенні, натрієві), світильниками на світлодіодах, що знижують споживання електроенергії в 2-5 разів.

Розроблювальні й розроблені останнім часом електротехнології й електротехнологічні процеси, нанотехнології й електрофізичні методи впливу на біооб'єкти - рослини, насіння, тварин, птахів, вироблену продукцію, повітряне середовище, ґрунт, корми, воду мають більшу перспективу як у плані одержання нових властивостей і якостей матеріалів і середовища, так і в плані значного зниження енерговитрат, економії паливно-енергетичних ресурсів і зниження енергоємності сільськогосподарської продукції.

За результатами багатьох досліджень останніх років, широкого патентування нових розробок, створення моделей, експериментальних і дослідних зразків, їх випробувань розроблено багато інноваційних проектів по перспективних напрямках удосконалювання систем енергозабезпечення й підвищення енергоефективності виробництва сільгосппродукції, а також поліпшення умов життя на селі.

Ряд розроблених інноваційних проектів - резонансний метод і комплекти встаткування передачі електричної енергії по однопровідних повітряних і кабельних лініях; високовольтний сонячний модуль напругою понад 1000 В з підвищеними ККД і терміном служби; покрівельна сонячна панель у вигляді черепиці; мікрогазотурбінна установка для виробництва електричної й теплової енергії; гібридний сонячно-вітро-дизельний енергокомплекс; технологія й устаткування для одержання газоподібного й рідкого палива, а також

композиційних палив з біомаси, рослинних і деревних відходів, гною, торфу с використанням електрофізичних і термохімічних методів мають особливу значимість, тому що вирішують завдання пріоритетного напрямку - підвищення енергоефективності сільгоспвиробництва й безпосередньо енергозбереження.

Розробка технології обробки й зберігання сільгосппродукції з використанням природного, штучного холоду й вакууму, енергоресурсоощадної утилізаційної системи мікроклімату з озонуванням, рециркуляцією й акумуляцією теплоти для тваринницьких і інших виробничих приміщень, новий спосіб енергоефективного освітлення й опромінення прямо вирішують актуальні завдання зниження енерговитрат і підвищення енергоефективності сільгоспвиробництва та зниження собівартості продукції.

Реалізація перспективних напрямків удосконалення енергетичної бази сільського господарства, модернізації систем і засобів енергозабезпечення села, впровадження нових енергоефективних технологій виробництва сільгосппродукції, що забезпечують підвищення продуктивності галузей сільського господарства, дозволить знизити енергоємність виробленої сільгосппродукції до 50%, а отже, і собівартість виробництва, підвищити надійність енергопостачання, скоротити втрати енергії на 20-25%.

УДК: 619: 639.2.09; 639.3.09

Царенко Б.О., студент 2 курсу

Науковий керівник: Сенчук М.М., кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

ЕФЕКТИВНЕ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

В доповіді йдеться про основні характеристики роботи біогазової установки.

Встановлено про вихід біогазу від різних видів біомаси.

Вважається, що для тваринницьких відходів процес метанового бродіння протікає при вологості субстрату від 90 до 97 %.

Дослідженнями встановлено, що оптимальне значення рН для метаноутворюючих бактерій знаходиться в межах 6,4 – 7,5 і що дані бактерії дуже чутливі до зміни цього показника.

Ключові слова: біогазові установка, біогаз, рідкий гній, метан, органічні відходи.

Однією з перспективних технологій утилізації сільськогосподарських відходів в енергетичних цілях є виробництво біогазу. Біогаз можливо отримати з будь-якої органічної речовини рослинного чи тваринного походження, однак найбільш вигідним в використання з цією метою рідкого безпідстилкового гною.

Метанове бродіння відзначається високим ККД перетворення енергії органічних речовин в біогаз, який досягав 30-90 %.

Крім того, метанове бродіння відходів призводить до мінералізації азоту і фосфору - основних складових добрив, що забезпечує їх збереження, тоді як

при традиційних способах приготування органічних добрив втрачається до 30-40 % азоту.

При анаеробному розкладі фактично проходить санітарна обробка стоків (особливо тваринницьких і комунально-побутових), знищується патогенна мікрофлора, яйця гельмінтів, насіння бур'янів, відбувається дезодорація.

Біогазові установки призначені для анаеробної переробки рідкого (90-95 %) гною та інших відходів тваринного і рослинного походження на фермах і фермерських господарствах з метою одержання біогазу і високоякісних органічних добрив.

Органічні відходи, які можуть використовуватися для метанового бродіння, різні. Дані досліджень [2] про виділення біогазу в процесі розпаду трьох основних груп органічної речовини: жири, вуглеводів і білків приведені в табл. 1.

Таблиця 1- Вихід біогазу і вміст в ньому метану при метановому бродінні жирів, вуглеводів і білків

Компонент	Метан, %	Вихід біогазу м ³ /кг розпаду	Ступінь розпаду речовини
Вуглеводи	50,0-60,0	0,790-0,885	64,0-65,0
Жири	62,0-72,0	1,12-1,43	69,0-70,0
Білки	72,0-84,0	1,44-0,58	47,0-48,0

Органічні відходи (вихідна сировина для метанового бродіння) мають різні відношення C/N і відрізняються великою різноманітністю, часто вони бувають не оптимальними для процесу (табл. 2).

Таблиця 2 – Відношення C/N в сільськогосподарських відходах, які поступають на переробку [4].

Відходи	C/N	Відходи	C/N
Свинячий гній	4-15	Кінський гній	25
Гній ВРХ	9-18	Силосний сік	10
Гній дійних корів	18-19	Пташиний послід	7-15
Суміш відходів бойні	2	Сеча	0,8
Кров	3	Рисові стебла	83,5
Солома	4,8-150	Сира стружка	208
Відходи льону	56		

Для досягнення оптимального відношення C/N змішують різні відходи і отримують більш високу продукцію біогазу

Таблиця 3 - Вихід біогазу.

Відходи	Вихід біогазу, м ³ /кг СОР	Вміст метану, %	Збільшення продукції, %
Гній ВРХ	0,380	52	-
Свинячий гній	0,569	77,5	-
Кінський гній	0,250	60	

Пташиний послід	0,617	79,2	-
Силосні відходи	0,250	84,0	-
Солома	0,342	58,0	-
Бур'ян	0,277	64,0	-
Гній ВРХ + свинячий гній (1:1)	0,510	60	7,0
Гній ВРХ + бур'ян (1:1)	0,363	55	5,0
Гній ВРХ + пташиний послід (1:1)	0,528	55	6,0
Свинячий гній + куриний послід + гній ВРХ	0,585	62	11

Вміст абсолютно сухої речовини в гної визначають за формулою:

$$P_c = \frac{G(100 - \omega)}{100},$$

G – вихід рідких органічних відходів, т/добу,

ω – вологість відходів, %.

З умови, що в середньому в гної міститься до 20% неорганічних речовин, кількість сухої органічних речовин у масі гною визначається за формулою

$$P_{\text{сop}} = 0,8 \cdot P_c$$

Вважається, що для тваринницьких відходів процес метанового бродіння протікає при вологості субстрату від 90 до 97 %.

Дослідженнями встановлено, що оптимальне значення рН для метаноутворюючих бактерій знаходиться в межах 6,4 – 7,5 і що дані бактерії дуже чутливі до зміни цього показника.

На практиці оптимальну тривалість бродіння вибирають в залежності від температури в наступних інтервалах: при 10-25 °С - до 30 діб, при 25-40 °С – від 10 до 20 діб, при 40-60 °С – від 8 до 4 діб.

Список літератури

1. Концепція розвитку біоенергетики в Україні / Ін-т технічної теплофізики НАН України, НТЦ “Біомаса”, ТО “Енергія майбутнього століття”. – К., 2001.- 14 с.
2. Бистру Э., Шмите И., Жилевич А. «Биотехнология» - Рига, 1987 – 290 с
3. Баадер В., Доне Е., Брандарфер М. «Биогаз». Теория и практика – М., Колос., 1982.
4. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов, Рига, «Знание», 1988 – 230 с.
5. Отчет о НИР «Провести исследования и обосновать технологические режимы замкнутого безотходного производства продуктов анаэробного сбраживания навоза в биогазовых установках второго поколения № гос. регистрации 01890045840 (В.А. Ермоленко, В.С. Таргоня, Г.м, Осьмак и др.) Дослідницьке 1991 – 395 с.

6. Линник Н.К. Технологии и средства механизации использования органических удобрений в условиях интенсивного земледелия Украины Дис. раб. докт.с.-г. наук, - Глеваха: ИМЕСГ. 1994. – 378 с.

7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (ч.3). Машини для приготування і внесення добрив.- Харків: Око. 2002.- 352 с.

8. Дозорець М.П. Основи теплотехніки і теплопостачання тваринницьких ферм.- К.: Вища школа, 1973. – 256 с.

9. КНД 46.16.02.11-95. Техніка сільськогосподарська. Випробування. Методи визначення біоенергетичної ефективності машин для рослинництва. Введ. 01.04.96.- Дослідницьке: УкрНДПТВТ, 1995.-24с.

10. Медведовський О.К., Іваненко І.П. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.-К.: Урожай,1988.- 208 с.

УДК 662.76.032

Фещенко І.О., студент 2 курсу,

Науковий керівник: **Чуба В.В.** кандидат технічних наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ІСНУЮЧИХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНИХ УСТАНОВОК

Одним із перспективних напрямків отримання горючого газу із біомаси є використання газогенераторних установок. Використання газогенераторних дозволяє отримати горючий газ, який в подальшому придатний для отримання теплової енергії так і для роботи двигунів внутрішнього згорання. В роботі виконано аналіз схем технологічних процесів та розподіл температурних зон газогенераторних установок, розглянуті їх особливості використання.

Ключові слова: горючий газ, двигун внутрішнього згорання, газогенераторна установка, біомаса.

Виконаний аналіз літературних джерел показав, що газогенератори можна класифікувати за перебігом процесу газифікації палива в газогенераторі, що в свою чергу впливає на розподіл температурних зон в самому газогенераторі.

Можна виділити розрізняють чотири варіанти газогенерації в залежності від схеми підведення повітря та видалення отриманого генераторного газу: пряме, зворотнє, горизонтальне або поперечне та горіння в киплячому шару (рис.1) [1, 2, 3, 4].

В газогенераторі прямого процесу (рисунок 1а,) надходження повітря здійснюється через отвір у нижній частині генератора (через попільник і далі через колосники), а газ відбирається зверху. Безпосередньо над колосниками знаходиться зона горіння, в якій відбуваються окислювальні процеси з виділенням великої кількості тепла. За рахунок чого температура в зоні горіння досягає 1300-1700°C.

Над зоною горіння, яка займає близько 30-50 мм висоти шару палива, знаходиться зона відновлення. Так як процеси відновлення протікають з поглинанням тепла, то температура в зоні горіння знижується до 700-900°C.

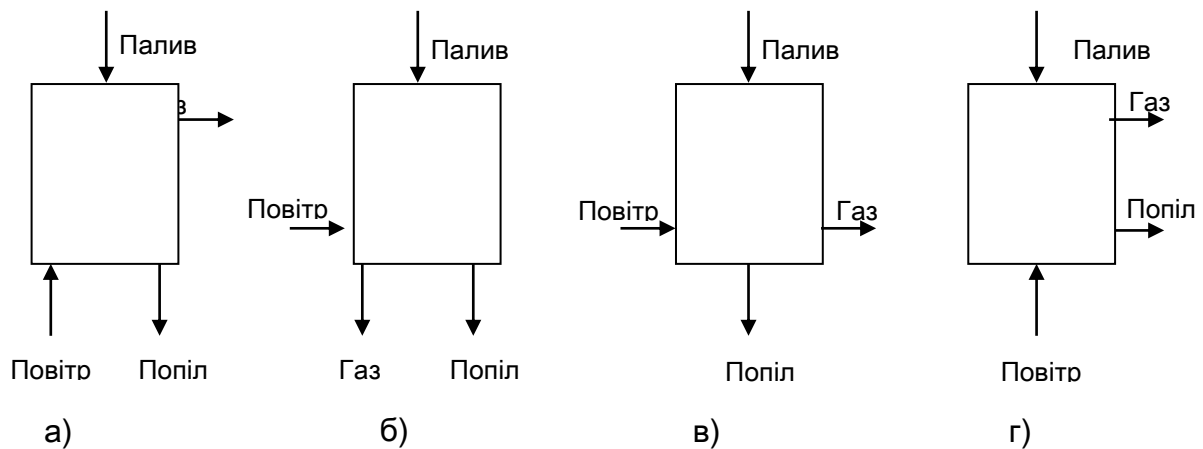


Рис. 1. Схеми газогенераторів прямого процесу (а), зворотнього процесу (б), горизонтального процесу (в), в киплячому шару (г).

Над активною зоною знаходиться зона сухої перегонки та зона підсушки палива. Ці зони обігріваються теплом, яке виділяється паливом з активної зони та фізичним теплом газів, що проходять через них готуючи верхні шари палива до газифікації, якщо відбір газу проводять у верхній частині газогенератора, як показано на рисунок 2.

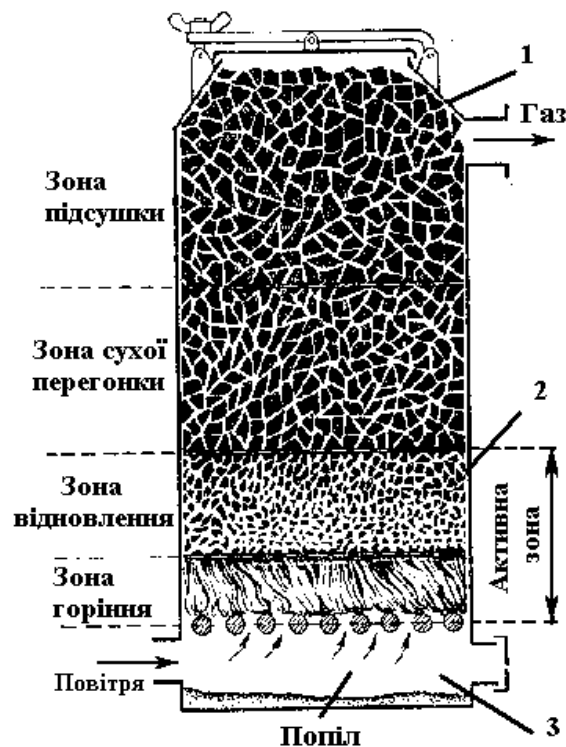


Рис. 2. Схеми газогенератора прямого процесу газифікації
1 - бункер; 2 – камера газифікації; 3 – попільник.

Але зазвичай для виникнення обернених реакцій газовідбірний патрубок розміщують на висоті, яка дозволяє відвести газ безпосередньо за активною зоною.

Температура в зоні сухої перегонки складає $450\text{--}150^{\circ}\text{C}$, а в зоні підсушки $150\text{--}100^{\circ}\text{C}$. В цих зонах з палива виділяється волога та летючі речовини (смоли, спирти тощо), які змішуються з генераторним газом і разом з ним відсмоктуються через газовідбірний патрубок.

Наявність великої кількості смол в генераторному газі робить його непридатним для живлення двигунів внутрішнього згорання, тому що при подальшому охолодженні газу смоли конденсуються в газопроводах системи живлення двигуна. Генераторний газ отриманий в газогенераторі прямого процесу газифікації може бути використаний в сільському господарстві, як паливо на заміну природного газу, твердих і рідких видів палива в енергетичних та опалювальних установках (парові, водогрійні коли тощо), в технологічних процесах (печі, сушарки).

В газогенераторах із зворотнім процесом газифікації (рисунок 1б, рисунок 3) повітря через фурми подається в середню по його висоті частину, в якій проходить процес горіння де температура досягає $1100\text{--}1300^{\circ}\text{C}$. Потім газу переміщуються нижче до зони відновлювання. У відновлюваній зоні завдяки високим температурам $720\text{--}1020^{\circ}\text{C}$ проходить відновлювання вуглекислоти в окис вуглецю, а також розкладення парів смол та інших летючих речовин.

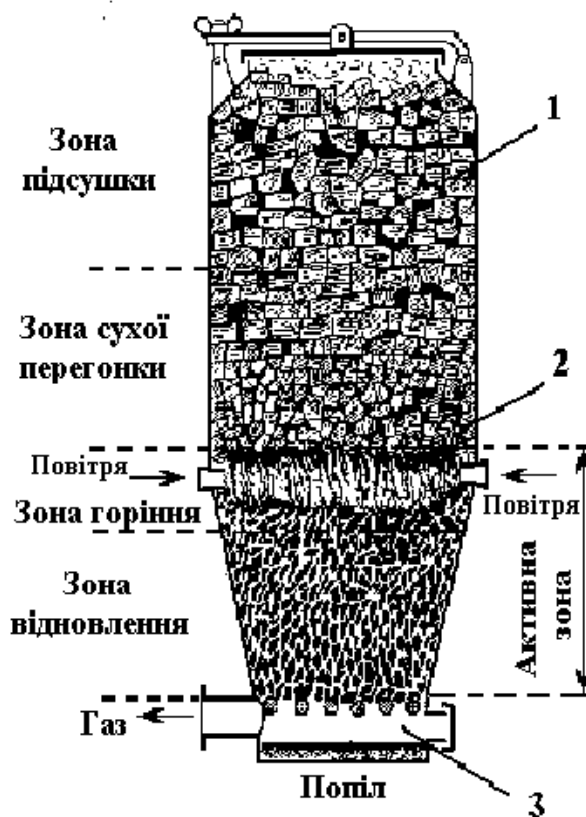


Рис. 3. Схема газогенератора зворотнього процесу газифікації:

1 – бункер; 2 – камера газифікації; 3 – попільник.

Вище зони горіння розміщується зона сухої перегонки та зона підсушки, які отримують теплоту за рахунок конвекції розжареного палива в зоні горіння. В зоні сухої перегонки виділяються продукти сухої перегонки палива, а в зоні підсушки – волога. Температура в зоні підсушки коливається від 80°C і вище.

При зворотному процесі газифікації продукти сухої перегонки (пари смол, води та інших летючих) проходячи через активну зону газогенератора взаємодіють з розжареним вуглецем палива піддаються розкладанню при цьому утворюються горючий газ. Зворотній процес газифікації дає можливість робити на смолистих видах палива, при цьому хімічна енергія, яка має місце в смолистих з'єднаннях, повністю використовується в процесі газифікації. Також в зоні відновлення знаходиться майже чистий нелетючий вуглець, що значно покращує відновлюваний процес, а до зони горіння не треба вводити парів води, так як тут використовується волога палива, що значно спрощує газогенераторну установку з конструктивної та експлуатаційної сторони. Крім того газогенератори такого типу можна завантажувати паливом в процесі роботи, тобто не перериваючи процес газифікації і в них можливо отримувати газ з різних видів палива.

В газогенераторах горизонтального процесу газифікації (рисунк 1в, рисунок 4) повітря підводиться через фурму, яка розташована збоку в нижній частині газогенератора. Газовідбірна решітка розташована з

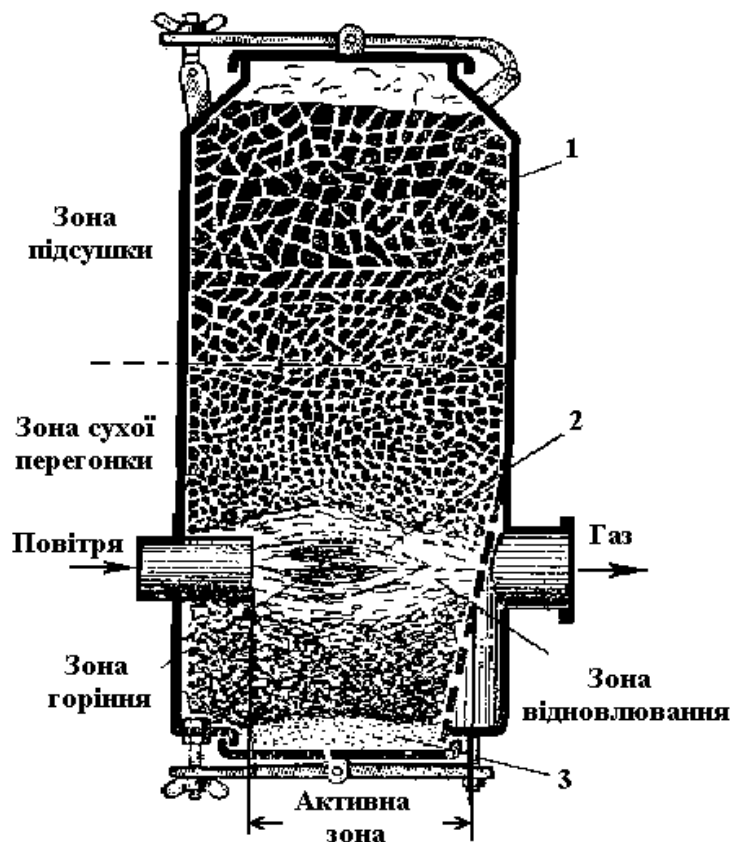


Рис. 4. Схема газогенератора горизонтального процесу газифікації:

1 – бункер; 2 – камера газифікації; 3 – попільник.

протилежної сторони – із сторони газовідбірної патрубку. Активна зона розташована на невеликому просторі між кінцівкою фурми та газовідбірною решіткою. Над нею розташована зона сухої перегонки, а вище зона підсушки палива. Газогенератори цього типу, як і газогенератори прямого процесу, непридатні для газифікації палив з великим вмістом летючих речовин, так як вони не можуть забезпечити утворення безсмольного газу.

Висновок: Використання газогенераторних дозволяє отримати горючий газ, який в подальшому придатний для отримання теплової енергії так і для роботи двигунів внутрішнього згорання. Використання типу газогенераторних установок для отримання горючого газу вимагає зваженого підходу, адже від організації технологічного процесу в самому газогенераторі змінюється якість отриманого газу. Розуміння розміщення температурних зон газогенератора дозволяє дає змогу виконувати ри проектуванні та виготовлення газогенератора треба враховувати розподіл температурних зони, що дасть змогу правильно підбирати матеріали.

Список літератури

1. Гинзбург, Д. Б. "Газификация низкосортного топлива." М.: Государственное издательство литературы по строительным материалам (1950): 34-35.
2. ТОКАРЕВ, Г. Г. Газогенераторные автомобили. Рипол Классик, 2014.
3. Мезин, И. С. (1954). Устройство для подвода воздуха к фурмам транспортного газогенератора.
4. МЕЗИН, И. С. Камера сгорания транспортного газогенератора. 1948.

УДК: 621.355

Москаленко А., студент 1 курсу

Науковий керівник: **Чуба В.В.** кандидат технічних наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет

ОТРИМАННЯ ЕНЕРГІЇ ІЗ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Охарактеризовано нові тенденції у світовій альтернативній енергетиці, пов'язані зі зміщенням пріоритетних досліджень і розробок від паливних комірок до акумуляторів нового покоління. Описано перспективні підходи, засновані на використанні рідких і твердих катіонних електролітів. Деякі останні досягнення вітчизняної науки в галузі матеріалознавства нових електрохімічних систем і наноструктурних матеріалів. До середини 20 століття це ще не розглядали як серйозний недолік, малий ККД таких систем, який навіть увійшов у приказку і смог від диму в промислових районах змушував учених та інженерів шукати нові шляхи отримання енергії. Тут і прийшли на допомогу чисті та потужні джерела - водневі паливні комірки, до створення яких вчені підбиралися цілих півтора століття.

Ключові слова: паливні комірки, акумулятори, тверді електроліти, наноструктурні матеріали, електродні матеріали, водневі паливні комірки.

I. Вступ

Охарактеризовано нові тенденції у світовій альтернативній енергетиці, пов'язані зі зміщенням пріоритетних досліджень і розробок від паливних комірок до акумуляторів нового покоління. Описано перспективні підходи, засновані на використанні рідких і твердих катіонних електролітів. Деякі останні досягнення вітчизняної науки в галузі матеріалознавства нових електрохімічних систем і наноструктурних матеріалів.

II. Принцип роботи паливних осередків.

У наш час у паливних комірках використовується два типи електроліту: кислота або луг. Від типу залежать і хімічні реакції, які проходять у самому елементі. Паливні елементи з лужним електролітом працюють за наступним принципом: водень, що надходить через анод, у присутності каталізатора реагує з іонами гідроксиду (OH^-), утворюючи воду та електрон, на катоді кисень вступає в реакцію з електронами зовнішнього ланцюга і водою, утворюючи йони гідроксиду і пергідроксиду. Результируюча реакція, що проходить на катоді, дає змогу зберігати баланс речовини і заряду в електроліті.

У сучасних паливних елементах з кислотним електролітом водень подається через порожнистий анод, надходячи через дрібні пори в матеріалі електрода, і потрапляє в електроліт. У процесі хемосорбції відбувається розкладання молекул водню на атоми, що перетворюються на іони з позитивним зарядом, віддаючи по одному електрону. Кисень подається на катод і також надходить в електроліт, вступаючи в реакцію з воднем за участю каталізатора. При з'єднанні кисню з воднем і електронами зовнішнього ланцюга утворюється вода. Процеси, які відбуваються в паливних елементах, за своєю природою є зворотними процесу електролізу. Під час реакцій частина енергії перетворюється на тепло, а потік електронів у зовнішньому ланцюзі являє собою постійний струм, що використовується для здійснення роботи. Більшість реакцій забезпечують ЕРС близько 1В.

III. Енергетичний вектор.

З точки зору цінних або рідкісних матеріалів перевага паливних осередків полягає в наступному: в них використовується тільки платина, яку отримують при утилізації нейтралізаторів традиційних автомобілів. До того ж її потрібно все менше - наприклад, у комірці Mercedes GLC F-Cell використовується лише десята частина того, що було необхідно B-Class F-Cell зразка 2011 року. Тож прогноз Toyota щодо вартості моделей на паливних комірках у 2025-му, можливо, недалекий від істини: за ціною вони дійсно здатні зрівнятися з гібридами. Тобто головною проблемою водневих автомобілів є видобуток і постачання цього газу. У природі його багато (десь три чверті Всесвіту), але він завжди пов'язаний з якоюсь іншою речовиною, наприклад із киснем, з'єднання з яким утворює воду. Таким чином, ідеться про енергетичний вектор, а не про джерело енергії, оскільки для відокремлення водню від інших хімічних елементів потрібно витрачати енергію, яка згодом із втратами повертається під час використання в паливних комірках для отримання електрики. Якщо обмежуватися процедурою "з резервуара на колеса", то такий процес набагато

менш ефективний, ніж використання електроенергії в електромобілях з акумуляторами. Але викиди CO_2 за весь життєвий цикл машини на водні можна порівняти з аналогічним параметром традиційного електрокара. В останньому випадку важливого значення набуває вплив на навколишнє середовище процесів виробництва і переробки батарей.

IV. Перспективи водневої енергетики.

Щойно буде знайдено ефективний спосіб отримання водню, паливні елементи зможуть використовуватися повсюдно, і замінять уже звичні джерела, що працюють на вуглеводневому паливі. Для введення технології в активне використання необхідні абсолютно нові ідеї. Дуже великі надії покладають на нанотехнології та концепцію біопаливних елементів. Нещодавно кілька компаній заявили про створення ефективних каталізаторів із різних металів, до того ж з'явилися відомості про створення паливних елементів без мембран, що дасть змогу значно здешевити конструкції новітніх паливних комірок.

Переваги водневих паливних пристроїв поки що не можуть переважити їхній головний недолік - вищу вартість, порівняно з пристроями, що спалюють вуглеводні для одержання енергії, - наприклад двигунами внутрішнього згоряння. Витрати на створення водневої енергоустановки становлять від 500 до кількох тисяч доларів за 1 кВт. Залишається тільки сподіватися на нові винаходи, що здешевлюють їхнє виготовлення, і тоді людство буде забезпечено потужним, компактным, а головне екологічно чистим джерелом енергії.

Але справа не тільки в цьому: за таких темпів можуть спливати проблеми з поставками стратегічних для створення акумуляторів матеріалів - літію, кобальту, графіту. І тут перевагу отримує Китай, який домінує сьогодні у всіх фазах виробничого процесу батарей. Важлива причина, щоб попрацювати над альтернативними варіантами, одним з яких виступають паливні комірки.

Вони, звісно, теж не бездоганні. Але в деяких умовах можуть виявитися цікавим варіантом заміщення, особливо для великих і важких автомобілів. Такі зазвичай використовують на довгих маршрутах, і якщо їх оснащувати великими акумуляторами, то це чималою мірою вплине на вартість покупки. Зі збільшенням запасу ходу серйозно зростає і вартість акумуляторів, тоді як ціна вуглепластикових баків для зберігання водню під високим тиском (700 бар) майже не змінюється. З цієї причини паливний осередок є серйозним рішенням зокрема для фургонів і вантажівок, тобто транспорту, на якому застосування важких акумуляторів серйозно знижує вантажопідйомність.

V. Важливість матеріалів.

Але справа не тільки в цьому: за таких темпів можуть спливати проблеми з поставками стратегічних для створення акумуляторів матеріалів - літію, кобальту, графіту. І тут перевагу отримує Китай, який домінує сьогодні у всіх фазах виробничого процесу батарей. Важлива причина, щоб попрацювати над альтернативними варіантами, одним з яких виступають паливні комірки.

Вони, звісно, теж не бездоганні. Але в деяких умовах можуть виявитися цікавим варіантом заміщення, особливо для великих і важких автомобілів. Такі зазвичай використовують на довгих маршрутах, і якщо їх оснащувати великими

аккумуляторами, то це чималою мірою вплине на вартість покупки. Зі збільшенням запасу ходу серйозно зростає і вартість аккумуляторів, тоді як ціна вуглепластикових баків для зберігання водню під високим тиском (700 бар) майже не змінюється. З цієї причини паливний осередок є серйозним рішенням зокрема для фургонів і вантажівок, тобто транспорту, на якому застосування важких аккумуляторів серйозно знижує вантажопідйомність.

Висновок

Використання водню в якості джерела енергії для паливних комірок на сьогоднішній день є одним із перспективних напрямків, що дозволяє відмовитися від двигунів внутрішнього згорання та великих аккумуляторних батарей в автомобілебудуванні, що особливо актуально для транспортних енергозасобів великої потужності. Хоча вже є автомобілі, що працюють на паливних комірках та певна мережа водневих заправок, вирішення певних виробничих питань здешевлення отримання та зберігання водню дозволить дану технологію поширювати більш активно.

Список літератури

1. <https://www.avtomir.ua/details/tech/toplivnaya-yachejka-alternativa-ili-tupik/>
2. https://e-bike.com.ua/index.php?route=blog/single&july_post_id=530
3. И. Ю. Прохоров, Г. Я. Акимов. От топливных ячеек к водородным элементам: твердые электролиты и наноелектроды. Энергосбережение • Энергетика • Энергоаудит, №3 (73), 2010, с 66-75.

УДК 332.3

Бахмач В.І., студент 3-го курсу

Науковий керівник: **Демешук В.А.**, асистент

Білоцерківський національний аграрний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА.

Сучасний світ орієнтований на споживання екологічно чистих продуктів, тому органічне землеробство є одним із важливих пріоритетів розвитку сучасного сільського господарства. Для цього необхідно розробити модульну конструкцію багатофункціональної електромобільної машини. В результаті роботи розроблені робочі органи технологічного модуля для мінімізації енерговитрат.

Ключові слова (Keywords): електромобільної машина, комплект ручних знарядь, низька енергоємність, шкідливі викиди, електроприводи, аккумуляторні батареї

Моторизована техніка, що використовується в присадибному та садово-парковому господарстві використовує нафтопродукти як джерело енергії, що

не бажано з умов екологічної безпеки, а електричні аналоги обмежені одною зрідка двома технологічними операціями.

Ні для кого не секрет, що нині світ орієнтований на проживання в екологічно чистому середовищі, тому одним із важливих пріоритетів розвитку сучасного садово-паркового господарства є сталий розвиток суспільства в умовах урбанізованого середовища. Воно має жорсткі вимоги до системи вирощування рослин, серед яких основною проблемою для виробника є відмова від використання пестицидів. Через недосконалість біологічних методів, для боротьби з бур'янами частіше застосовують агротехнічні заходи. Однак вони теж недосконалі, оскільки для догляду за насадженнями використовуються міні техніка, в якій в якості енергоносія використовуються нафтопродукти, що супроводжують шкідливі викиди в навколишнє середовище. Раніше в 1995-2000 роках нами був розроблений комплект ручних знарядь (табл.1) на базі одноколісного шасі, для виконання робіт на присадибних ділянках площею 0.05- 0.5 га обладнаний штовхаючою та тяговими рукоятками який агрегувався залежно від тягового опору одним, або двома робітниками. Згодом його обладнали електроприводами потужністю 250- 750 Вт з живленням від акумуляторних батарей або від мережі по кабелю тоді з керуванням справлявся один робітник при цьому продуктивність праці зростала в 3-4 рази порівняно з «дідівськими» способами обробітку (лопата, сапа, граблі тощо). Принциповою перевагою нашої розробки є її модульність. Комплекс складається з окремих частин: мобільний зарядний комплекс, який використовує поновлювані вітрову та сонячні енергії, шасі для агрегування, модульні робочі органи та знаряддя виконання технологічних операцій (обробіток ґрунту, координатна сівба або садіння, догляд за рослинами та збирання). Низька енергоємність модулів дозволяє максимально використовувати потенціал електроприводу. Для досягнення цієї мети нами розробляються робочі органи модулів для мінімізації енерговитрат технологічного процесу.

Електромобільний агротехнологічний комплекс використовуватиметься з модулями догляду, посіву, моніторингу. Модуль посіву виконує координатний посів овочевих та баштанних культур. Модулі догляду забезпечують виконання трьох технологічних операцій: знищення бур'янів або зрізуванням «на пні», або подрібненням ходовою частиною, або обприскуванням; захист від шкідників та хвороб адресним внесенням біопрепаратів; підживлення культури ін'єкційно в ґрунт або обприскуванням. Модулі моніторингу забезпечують збір інформації щодо стану посівів на наявність хвороб, шкідників, на нестачу елементів та стану вологості і твердості ґрунтів у зоні живлення рослини.

Роботою комплексу керує інформаційна система, до якої вносяться вхідні дані про поле – такі, як довжина, ширина, рельєф, вирощувана культура; дані робота: вага, швидкість, ємність батареї, час на її зарядку, потужність і продуктивність кожного навісного модуля. На основі даних А і В здійснюється математична обробка і ми отримуємо результат розрахунку – площа, яку може обробляти один робот за дотримання агротехнічних строків.



Таблиця 1 - Коротка характеристика комплекту робочих органів та знарядь

Робочі органи	Ширина захвату, м	Глибина обробітку, см	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год	Маса, кг	Тяговий опір, Н
Плуг	0.15	10-12	2-2.5	0.02-0.025	2.5	400-500
Культиватор	0.30	5-10	2.5-3.0	0.07-0.08	2.0	300-350
Зубова борона	0.4-0.6	3-5	3-3.5	0.1-0.18	4.5	100-125
Маркер	0.6-1.2	2-3	3.5-4.0	0.25-0.4	3.5	50-60
Коток	0.75	-	4-4.5	0.25-0.30	5.0	70-90
Підгортач	0.5-0.6	8-10	2.5-3.0	0.10-0.15	3.0	350-400
Плоскоріз + ротор	0.3	2-2.5	4-4.5	0.9-0.10	3.0	60-90
Однорядна сівалка	0.3-0.5	1.5-3.5	3.5-4.0	0.10-0.12	2.5	50-75
Газонна сівалка	0.6	2.5-5.0	3.5-4.0	0.2-0.25	6.5	200-250
Плоскоріз + пружинна борінка	0.3	2-2.5	4-4.5	0.9-0.10	2.5	60-90
Прополювач	0.25	2.5-3.0	3.5-4.0	0.08-0.10	2.5	65-85
Обприскувач	2.0	Бак на 30л	3-4	0.35	6.5	50-75

Список літератури

1. М.Г.Бондаренко, В.А. Демещук. Комплект ручних знарядь для впровадження в виробництво. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету: Зб. наук. праць. Вип. 3.-Ч. 2.- Біла Церква , 1997.9-11 с.

2. В.А. Демещук. Результати розробки та досліджень ручної сівалки для овочевих культур. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету: Зб. наук. праць. Вип. 3.-Ч. 2.- Біла Церква , 1997. 20-23 с.

3. Малая механизация в приусадебном и фермерском хозяйствах. Под ред.чл.-кор.УААН И.П.Масло. –К: Урожай. 1996- 328 с.

УДК 621.316.36:631.115.1/.234

Кудряев Я., студент 3 курсу

Науковий керівник: **Рубець А. М.**, кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПРИВОДА ЛЕМІШНОГО ПЛУГА ДЛЯ МАЛИХ ДІЛЯНОК ТА ТЕПЛИЦЬ

Проведено аналітичний огляд перспективних електроприводів ґрунтообробних знарядь для малих ділянок і теплиць.

Встановлено:

- наявність дискового ножа в знарядді 1 дозволяє частково компенсувати відсутність якісної польової дошки в плуга китайського виробництва.

- глибина обробітку лімітується потужністю двигуна та несучою здатністю канату.

- при навмисному заглибленні понад 30см спостерігається руйнування канату діаметром 3мм.

- встановлення клинопасової передачі з натягненням від власної ваги двигуна (близько 60кг) дозволило уникнути необхідності встановлення запобіжної муфти, оскільки при перевантаженні виникає пробуксовування ведучого шківа по ременю, що дозволяє прийняти міри оператору

- виконання роботи потребує залучення людини на автоматичний вимикач для запуску та зупинки двигуна.

- використання частотного перетворювача в електроприводі дозволяє реверсу та змінювати частоту обертання в допустимих межах.

- використання 3 фазного струму для живлення електродвигуна дозволяє отримати всі переваги асинхронного двигуна.

Ключові слова: обробіток ґрунту електропривод, сільськогосподарські тягові і транспортні засоби, плуг

Сучасний розвиток сільгоспвиробництва продиктований попитом на ринку сільгосппродукції закритого ґрунту. Машини для закритого ґрунту повинні забезпечувати вимоги екологічності, безпеки, універсальності. Використання поєднання знарядь, що обертають пласт ґрунту і тих, що не перевертають його дозволяє ощадливіше використовувати ґрунт на малих ділянках чи в теплицях.

Метою є розробка та виготовлення електричного приводу поступальної дії, що дозволить використовувати знаряддя з обертанням пласта ґрунту і заробку рослинних решток та органічних добрив у закритому ґрунті.

Це дозволить вирішити наступні **завдання**:

1-Розглянути пропозиції ринку ґрунтообробних знарядь з активними робочими органами та пасивними робочими органами;

2-виконати розрахунок основних механічних параметрів приводу використовуючи правила та методи «Інженерної механіки»

3-Виконати випробування отриманого зразка та зробити висновки

Методика дослідження.

Серед методів дослідження використано статистичний та розрахунковий метод з інженерної механіки

Практичне значення одержаних результатів.

1-Отримано мінімальне значення затрат енергії на обробіток ґрунту знаряддями з пасивними робочими органами 0,51...0,62 кВт·год/0,01га;

2-Забезпечення глибокої оранки дозволяє використовувати більше потенційних можливостей ґрунту;

3-Використання електроенергії від сонячної електростанції дозволяє стверджувати, що Сонце «оре» Землю, що досить економно для сільгоспвиробника.

Для спущення ґрунту, не засміченого бур'янами і без потреби загортання органічних добрив електрокультиватор з активними робочими органами справиться із задачею на «відмінно». Для провадження заходів ґрунтозбереження та можливості загортання рослинних решток і добрив актуальним буде технічний засіб із обертанням пласту ґрунту. Один із таких представників виготовляється в Білорусі, не наш.

Він має значний недолік – мала потужність та ширина і глибина обробітку. Вартість лебідки становить 22484грн. Крім того черв'ячний редуктор, що застосовується в електроприводі має високу вартість та низький ККД (0,5...0,7). Враховуючи останнє потужність, що надходить до робочого органу становитиме лише $(0,5...0,7) \times 1,5 = 0,75...1,05$ кВт.

Це в комплексі знижує ефективність використання пристрою і націлює до розробки власного варіанту електричного «коня».

Виготовлена установка була випробувана на ділянці поля з чорноземом, вологістю 25...28 %; попередник – соняшник; висота бур'яну – 10...15см.

В результаті випробування підтверджено наступні технічні характеристики:

Таблиця 1 – Технічні характеристики електроплуга.

Параметр	Одиниця вимірювання	Значення
Потужність двигуна / частота обертання	кВт / об/хв	4 / 959
Передавальне число приводу	-	4,57
Максимальне тягове зусилля	Н (кгс)	7760 (776)

Швидкість руху плуга	м/с	0,5
Глибина обробітку	см	до 30
Ширина захвату	см	до 35
Довжина загінки	м	до 150
Загортання рослинних решток зі знаряддям 1	%	82...90
Загортання рослинних решток зі знаряддям 2	%	94...96
Витрата електроенергії	кВт*год/0,01га	0,51...0,62
Маса	кг	70

Встановлено.

1. Наявність дискового ножа в знарядді 1 дозволяє частково компенсувати відсутність якісної польової дошки в плуга китайського виробництва.
2. Глибина обробітку лімітується потужністю двигуна та несучою здатністю канату.
3. При навмисному заглибленні понад 30см спостерігається руйнування канату діаметром 3мм.
4. Встановлення клинопасової передачі з натягненням від власної ваги двигуна (близько 60кг) дозволило уникнути необхідності встановлення запобіжної муфти, оскільки при перевантаженні виникає пробуксовування ведучого шківів по ремню, що дозволяє прийняти міри оператору
5. Виконання роботи потребує залучення людини на автоматичний вимикач для запуску та зупинки двигуна.
6. Використання частотного перетворювача в електроприводі дозволяє реверсу та змінювати частоту обертання в допустимих межах.
7. Використання 3 фазного струму для живлення електродвигуна дозволяє отримати всі переваги асинхронного двигуна.

Список літератури

1. Гайдамака А. В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків : навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей усіх форм навчання / А. В. Гайдамака. – Харків : НТУ «ХПІ», 2020. – 275 с.

http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/51060/1/Book_2020_Haidamaka_Detali_mashyn.pdf

2. Карнаух, С.Г. Деталі машин: курс лекцій для студентів технічних спеціальностей / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 26 с.

http://www.dgma.donetsk.ua/metod/opm/dm_detali_mashin/%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%81%20%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D0%B9%20%D0%94%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%20%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD.pdf

3. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з

дисципліни "Електричні машини і апарати" здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 141 – "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" / М.І. Трегуб, І.М. Голодний, А.М. Рубець. – Біла Церква, БНАУ, 2021. – 19 с. https://btsau.edu.ua/sites/default/files/news/pdf/acreditacia_agro/141/metod_vka_ziv_electr_mashini_aparati.pdf

УДК 631.3:634

¹Крупич О.М., канд., техн. наук, доцент

¹Семен Я.В., канд., техн. наук, доцент

²Крупич С.О., науковий співробітник

²Кудринський Р.Б., канд., техн. наук

¹Львівський національний університет природокористування

²Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук

РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРОСОВОГО ВІБРОУДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ ПІД ЧАС ЗБИРАННЯ ВОЛОСЬКИХ ГОРІХІВ

Анотація. Проведено розрахунок енергетичної ефективності використання тросового віброударного струшувача плодів під час збирання волоських горіхів, що навішується на начіпку трактора класу 1,4, наприклад Кий-14820. Енергоємність зібраних горіхів з одного дерева становить 411 МДж, при сумарних затратах непоновлюваної енергії 58,96 МДж/дерево, в тому числі: прямі затрати енергії у використаному паливі 49,82 МДж/дерево; енергія живої праці 0,48 МДж/дерево; енергоємність трактора без врахування палива 8,3 МДж/дерево; енергоємність струшувача 0,36 МДж/дерево.

Коефіцієнт енергетичної ефективності використання тросового віброударного струшувача становив 6,97.

Ключові слова: збирання, волоські горіхи, тросові струшувачі, віброудар, енергетична ефективність

Технологія виробництва волоських горіхів в Україні, поки що, передбачає ручне збирання з використанням допоміжного обладнання: палиці з гачками для струшування гілок, кошики та відра для підбирання горіхів з землі чи спеціальні ручні підбирачі. При цьому виробництво характеризується значними затратами праці та коштів. Для збирання горіхів на значних площах промислових насаджень необхідно залучати велику кількість збирачів, яких, як правило, в збиральний період не вистачає. Підвищити продуктивність збиральних робіт та зменшити кількість збирачів можливо шляхом використання тросового віброударного струшувача плодів, що за амплітудно-частотними характеристиками віброударного збурювача коливань дозволять струшувати горіхи передачею збурювальних зусиль центральному провіднику дерева чи скелетним гілкам залежно від віку дерева (рис 1) [1, 2].

Запропонований струшувач складається з еластичної петлі-захвата 1, з'єднаної тросом 2 із штоком 3, поршень 7 якого переміщається в циліндрі 6.

Пружина 4 створює жорсткий опір переміщенню поршня, що обмежується регульованими упорами 5, встановленими в отвори циліндра 6, який жорстко з'єднаний з обоймою 8 ексцентрика 10 з підшипником 9. Вал 11 ексцентрика змонтований в опорах поворотної платформи 12.

Привід вала 11 здійснюється гідродвигуном через муфту. Платформа 12 може повертатися на осі 13 відносно скоби 14, з'єднаної з остовом 17 струшувача за допомогою чотириланкового паралелограмного механізму 15.

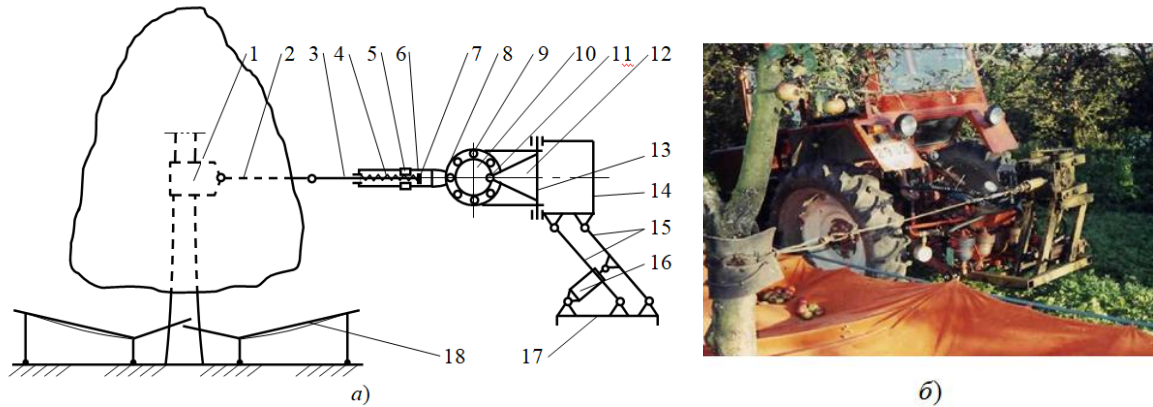


Рис.1. Тросовий віброударний струшувач плодів:

(а – схема; б – загальний вигляд); 1 – петля-захват; 2 – трос; 3 – шток; 4 – пружина; 5 – упори; 6 – циліндр; 7 – поршень; 8 – обойма; 9 – підшипник; 10 – ексцентрик; 11 – вал; 12 – платформа; 13 – вісь; 14 – скоба; 15 – паралелограмний механізм; 16 – гідроциліндр; 17 – остов; 18 – уловлювач

Гідроциліндр 16 плоскопаралельно переміщає скобу 14 разом з поворотною платформою 12 відносно остова 17, з'єднаного з механізмом навіски трактора.

У процесі збору горіхів трактор з навішеним на нього струшувачем зупиняється біля дерева таким чином, щоб поворотна платформа 12 розташовувалась напроти центрального провідника крони. Механізмом навіски трактора і паралелограмним механізмом 15 скоба 14 встановлюється на висоту передбачуваного охоплення дерева. На центральний провідник чи скелетну гілку накидається петля-захват 1, а гідроциліндром 16 забезпечується попередній натяг троса 2.

Включається гідродвигун, починає обертатися ексцентрик 10, забезпечуючи зворотно-поступальне переміщення обойми 8 з циліндром 6. Під час зміщення циліндра 6 до скоби 14 одночасно із стисканням пружини 4 дерево відхиляється від вихідного положення, яке відповідає моменту попереднього натягу троса 2. Внаслідок контакту поршня 7 з упором 5 дереву надається ударний імпульс, а у процесі подальшого обертання ексцентрика 10 відхилення дерева досягає максимального значення, пропорційного ексцентриситету приводного ексцентрика.

У вихідне положення дерево повертається за рахунок сил пружності, після чого його коливання продовжуються. Плоди опадають на уловлювальні

полотна, розстелені під кронами, або на переносний двосекційний уловлювач 18, виконаний у вигляді обтягнутих полотном каркасів.

Тросовий струшувач доцільно навішувати на трактор класу 1,4, наприклад Кий 14820, що обладнується насосом НШ-32 для забезпечення гідросистеми струшувача з гідродвигуном ГМШ-32.

Метою розрахунку є визначення енергетичної ефективності використання тросового віброударного струшувача в агрегаті з трактором класу 1,4 (Кий 14820) під час збирання волоських горіхів.

Енергетичну оцінку використання тросового віброударного струшувача плодів під час збирання волоських горіхів проводимо на основі нормативного документу К.Д.46.16.02.02-93 [1].

Для визначення кількості енергії, яка необхідна на виконання операції збирання горіхів використовувався енергетичний еквівалент [4], що виражає кількість непоновленої енергії, яка витрачається на одержання 1 кг маси і визначається в калоріях або Джоулях. Він дає змогу всі види праці й матеріально-технічні засоби привести до одного показника та порівняти окремі технологічні операції за їх енергоємністю.

Енергетична оцінка [4] процесу збирання горіхів базується на визначенні коефіцієнта енергетичної ефективності R , що міститься у вирощеній продукції (E_k , МДж/дерево) до кількості непоновленої енергії, затраченої на збирання горіхів з одного дерева (E_3 , МДж/дерево), тобто:

$$R = E_k / E_3. \quad (1)$$

Складові рівняння (1) визначаються за наступними залежностями:

$$E_k = B \times \alpha_b, \quad (2)$$

$$E_3 = E_{\pi} + E_{ж} + E_{т} + E_{м} + E_{зч} \quad R = E_k / E_3, \quad (3)$$

де B – кількість отриманої продукції в ядрах волоського горіха, $B = 15$ кг/дерева; α_b – енергетичний еквівалент ядер горіхів, $\alpha_b = 27,4$ МДж/кг; – прямі затрати енергії у використаному паливі, МДж/дерево; $E_{ж}$ – енергія живої праці, МДж/дерево; $E_{т}$ – енергоємність трактора Кий-14820 без врахування палива, МДж/дерево; $E_{м}$ – енергоємність струшувача, МДж/дерево.

Прямі затрати енергії у використаному паливі визначаються за формулою

$$E_{\pi} = H_{\pi} \times \alpha_{\pi}, \quad (4)$$

де H_{π} – витрата палива, $H_{\pi} = 1,17$ кг/дерево; α_{π} – енергетичний еквівалент палива (для дизельного палива $\alpha_{\pi} = 42,7$ МДж/кг).

Енергія живої праці робітників, зайнятих на обслуговуванні агрегату, визначається за формулою

$$E_{ж} = (n_o \alpha_o + n_d \alpha_d) / W_{год}, \quad (5)$$

де n_o , n_d – кількість основних і допоміжних робітників, $n_o = 1$, $n_d =$; α_o , α_d – енергетичний еквівалент основних і допоміжних робітників (для трактористів $\alpha_o = 1,3$, допоміжного персоналу $\alpha_d = 0,9$ МДж/год); $W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату (10 дерев/год).

Енергоємність трактора без врахування палива

$$E_{\tau} = \frac{M_m \alpha_m}{100W_{\text{год}}} \left(\frac{a_m}{T_{mn}} + \frac{a_{mk} + a_{mn}}{T_{mz}} \right), \quad (6)$$

де M_m – маса трактора, $M_m = 3980$ кг; α_m – енергетичний еквівалент трактора, $\alpha_m = 86,4$ МДж/кг; a_m , a_{mk} , a_{mn} – відрахування на реновацію, капітальний та поточний ремонт трактора, $a_m = 12,5\%$; $a_{mk} = 4\%$; $a_{mn} = 22\%$; T_{mn} , T_{mz} – нормативне і зональне річне завантаження трактора, $T_{mn} = 1200$ год та $T_{mz} = 1400$ год.

Енергоємність струшувача:

$$E_m = \frac{M_c \alpha_c}{100W_{\text{год}}} \left(\frac{a_c}{T_{cn}} + \frac{a_{cn}}{T_{cz}} \right), \quad (7)$$

де M_c – маса струшувача, $M_c = 96$ кг; α_c – енергетичний еквівалент струшувача, $\alpha_c = 75$ МДж/кг; a_c , a_{cn} – відрахування на реновацію і поточний ремонт струшувача, $a_c = 14,2\%$, $a_{cn} = 16\%$; T_{cn} , T_{cz} – нормативне та зональне річне завантаження струшувача, $T_{cn} = 210$ год, $T_{cz} = 230$ год.

Як показали розрахунки, енергоємність зібраних горіхів з одного дерева E_k становить 411 МДж, при цьому сумарні затрати непоновлюваної енергії затраченої на збирання горіхів з одного дерева E_z були рівні 58,96 МДж, в тому числі: прямі затрати енергії у використаному паливі $E_n = 49,82$ МДж/дерево; – енергія живої праці $E_{жс} = 0,48$ МДж/дерево; енергоємність трактора без врахування палива $E_m = 8,3$ МДж/дерево; енергоємність струшувача $E_{\tau} = 0,36$ МДж/дерево.

Коефіцієнт енергетичної ефективності R використання тросового віброударного струшувача плодів під час збирання волоських горіхів в промислових садах становив 6,97.

Список літератури

1. Шевчук Р. С., Крупич О. М., Цымбал А. А. Тросовый виброударный стряхиватель плодов. *Техника в сельском хозяйстве*. 1995. № 2. С. 29–30.
2. Семен Я. В. Обґрунтування параметрів і режимів роботи плодознімального агрегату з акумулятором енергії: дис. ... канд. техн. Львів, 2007. 208 с.
3. КД 46.16. 02.02.-93. Енергетична оцінка сільськогосподарської техніки. Київ, 1993. 92 с.
4. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати. Харків: Ранок-НТ, 2003. 100 с.

УДК 631.524.5:633.11«324»

Білик Ю.М. канд. тех. наук, доцент

Мартинюк А.В. канд. тех. наук, доцент

Борис М.М. канд. тех. наук, доцент

Хмельницький національний університет

РОЗРОБКА КАВІТАЦІЙНОГО НАГРІВАЧА ДЛЯ ПОТРЕБ АПК

В роботі наведена актуальність розробки гідродинамічних перетворювачів тепла та виявлено недоліки існуючого обладнання для теплопостачання. Проведено огляд конструкції розробленого в Хмельницькому національному університеті гідродинамічного теплогенератора

Ключові слова: кавітаційний теплогенератор, гідродинамічний теплогенератор, альтернативні системи обігріву, кавітатор.

Актуальність питання генерації теплової енергії, як і раніше, є найважливішим питанням теплопостачання. В даний час існує багато типів різного теплогенеруючого обладнання, проте при виборі способу отримання теплової енергії визначальними є вартість джерела первинної енергії, характер її перетворення в теплову енергію, а також ефективність такого перетворення на кожному етапі. На даний час до такого обладнання відносяться резистивні електронагрівачі, виконані на основі трубчастих нагрівальних елементів, електронагрівачі відкритого типу, які виконані на основі матеріалів з великим питомим опором та електродні електроводонагрівачі. Дані установки характеризуються високою екологічністю, низькими втратами теплової енергії, мобільністю. Перераховані пристрої характеризуються такими недоліками, такими як низький клас електробезпеки, накипоутворення, малі терміни служби і надійність функціонування, пожежонебезпеки.

Аналіз літературних джерел вказує на можливість отримання надлишкової теплоти при використанні гідродинамічних теплогенераторів (ГТ) [1-3], які перетворюють механічний та акустичний вплив на рідину в тепло. Дані альтернативні джерела енергії відрізняються високою ефективністю – відношенням виробленої теплоти до споживаної енергії. Нагрівання теплоносія здійснюється в процесі перетворенні кінетичної енергії рідини в теплову енергію за рахунок кавітаційних і вихрових ефектів [1, 2]. За своїм призначенням і характером робочого процесу ГТ близькі до тенових та електродних котлів, проте мають ряд переваг: компактність, екологічність, вибухо- і пожежебезпечність, використовуються для систем опалення, гарячого водопостачання, приготування вологих кормів.

Проте найбільш перспективними для практичного використання виявляються ГТ динамічного типу, в яких механічна активація робочої рідини відбувається в результаті впливу на рідину рухливих активуючих елементів – обертових або утворюючих складний рух. Ротори таких ГТ можуть виконуватися у вигляді тіл обертання з поздовжньо профільованими

поверхнями, перфорованих циліндричних або конічних барабанів, односпрямованих або протилежно обертових перфорованих дисків тощо [3–5].

Використання ГТ передбачає поетапне перетворення енергії з одного виду в інший. Механічна енергія перетворюється в теплову з використанням кінетичної енергії робочого тіла. У якості останнього найчастіше слугує вода. Джерелом механічної енергії зазвичай є електричний двигун, який в переважній більшості конструкцій теплогенеруючих установок вноситься за контур системи циркуляції теплоносія [3, 4]. До того ж, для роботи динамічних ГТ в системах опалення, зазвичай після резервуара з водою встановлюється циркуляційний насос [2-7].

На рис. 1 наведена схема системи ГТ для обігріву родильних відділень тваринницьких комплексів. Існуюча схема перетворення енергії передбачає розсіювання теплової енергії двигуна і механічної передачі в навколишнє середовище.

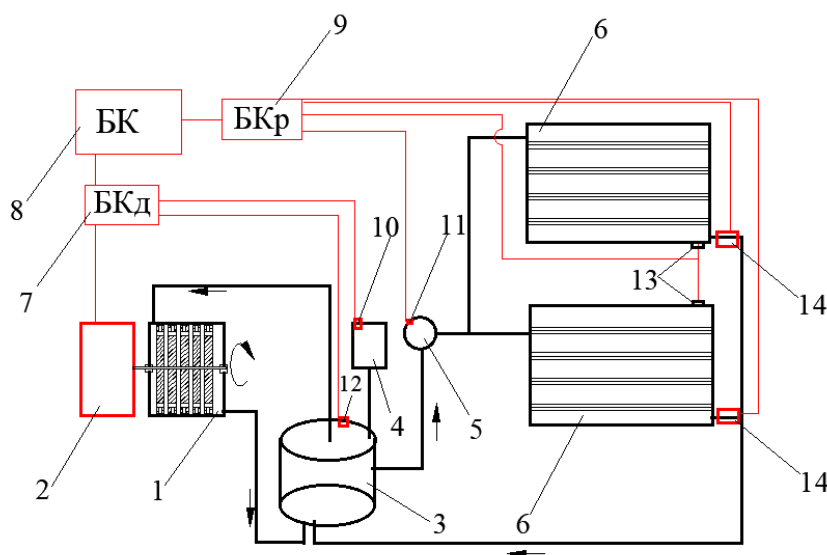


Рис. 1. Схема гідродинамічного теплогенератора

1 - ротатійний кавітаційний нагрівач; 2 – електродвигун; 3- ресивер; 4- розширювальний бачок; 5 – шестеренний насос; 6 –радіатор; 7 – блок керування кавітаційного нагрівача; 8 – блок керування котла; 9 – блок керування радіаторів; 10 – датчик тиску; 11 – датчик тиску; 12 – датчик температури; 13 – датчики температури радіатора; 14 – запорний кран

Принципова схема конструкції ГТ складається з гідродинамічного кавітаційного нагрівача 1 який приводиться в рух електродвигуном 2. Нагріта рідина подається до ресивера 3 звідки шестеренним насосом 5 розподіляється по радіаторах 6. Ресивер 3 обладнаний додатково розширювальним бачком 10.

Робота теплогенератора проходить наступним чином, нагріта рідина від нагрівача 1 подається до ресивера 3 де датчиком температури 12 контролюється швидкість обертання двигуна, що приводить в рух блок дисків нагрівача 1. Для запобігання перегріву та збільшення тиску до критичного розширювальний бачок обладнаний датчиком тиску 10.

Нагріта рідина закачується з ресивера 3 шестеренним насосом 5 та подається через патрубки до радіаторів 6. На виході з насоса 5 система обладнана датчиком тиску 11 для запобігання пошкодження системи від надлишкового тиску. Датчиками 13 контролюється температура рідини, що виходить з радіатора. При досягненні заданої температури електромагніт 14 перекриває рух рідини по радіатору для охолодження до нижньої границі температури рідини.

Приведення в дію крокового двигуна 2 здійснюється в автоматичному режимі за допомогою мікропроцесора 7 що з'єднаний основним блоком керування 8.

Дослідження показали, що використання в ситемах обігріву гідродинамічних кавітаційних нагрівачів має середній коефіцієнт перетворення енергії на 12 % вище в порівнянні з електродним теплогенератором і на 16 % вище в порівнянні з ТЕНовим. У середньому ККД системи електроприводу становить від 0,76 до 0,83, а втрати в механічній передачі від двигуна до виконавчого механізму дорівнюють від 10 % до 14 %.

Список літератури

1. Назаренко О.А. Гідродинамічні випромінюючі системи з вісесиметричною локалізованою областю кавітаційної природи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фіз.-мат. наук: спец. 01.04.01 “Фізика приладів, елементів та систем” // О.А. Назаренко. – Одеса, 2006. – 20 с.
2. Гришко І.А. Ультразвукові кавітатори високої інтенсивності для обробки рідких середовищ: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.02.02 “Машинознавство” // І.А. Гришко. – К., 2013. – 23 с.
3. Некоз О.І. Використання кавітації для генерування теплоти / О.І. Некоз, О.А. Литвиненко // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 2 (54). – с. 102-104.
4. Сілін Р.І. Науково-технічні основи розроблення вібротехніки для впливу на властивості води / Р.І. Сілін, А.І. Гордєєв // Вібрації в техніці та технологіях. – 2009. – № 4 (56). – с. 141-148.
5. Федоткін І.М. Механізм виникнення надлишкової енергії при кавітації / І.М. Федоткін, О.М. Тимонін, А.В. Копиленко // Харчова промисловість. – 2012. – № 12. – с. 146-151.
6. Кузьменко А.Г. Моделі процесів в кавітаційних теплових генераторах / А.Г. Кузьменко, С.В. Милятинський // Актуальні проблеми комп'ютерних технологій. Збірник наукових праць за матеріалами II-ї Всеукраїнської науково-технічної конференції “Актуальні проблеми комп'ютерних технологій 2008”. – Хмельницький: ХНУ, 2008. – Т.2 – С. 74-78.
7. Кузьменко А.Г. Вплив кавітації на тепловиділення при терті в рідинах / А.Г. Кузьменко, С.В. Милятинський // Сучасні проблеми трибо техніки: Матеріали III міжнародної науково-технічної конференції. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 89-90.

УДК 621.3

Закусило С.А., аспірант

Березниченко В.О., молодший науковий співробітник

Блінов І.В., д.т.н., с.н.с.

Зайцев Є.О., д.т.н., с.н.с.

Інститут електродинаміки НАН України

ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОШКОДЖЕННЯ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НА ОБ'ЄКТАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Анотація. В тезах показано необхідність застосування для потреб меліорації, іригації, фермерських господарств та в цілому сільського господарства засобів ідентифікації пошкодження лінії електропередавання та визначення струмів близьких до рівнів КЗ за допомогою ефективних індикаторів пошкоджень повітряних та кабельних ліній побудованих з урахуванням концепції SmartGrid.

Ключові слова: ідентифікація, аварійні стани, розподільні мережі, електрична енергія.

Розвиток автоматизованих систем контролю та керування різноманітними технологічними і фізичними процесами в агропромисловій сфері на сучасному рівні вимагає використання широкої гамми спеціальної сенсорної апаратури, яка дозволяє контролювати різноманітний спектр фізичних параметрів. Жорсткі вимоги до завадостійкості сенсорів та ліній зв'язку вимагають застосування нових методів та засобів при проектуванні і виготовленні. При цьому слід враховувати, що будь-яка система контролю та технічної діагностики включає наступні компоненти: комплекс контрольованих параметрів, комплекс методів контролю цих параметрів та комплекс інформаційно-вимірювальних засобів для реалізації цих методів. Всі ці елементи взаємопов'язані і недоліки кожного з них знижують загальну ефективність діагностування електрообладнання. Зниження точності та надійності вихідних показників, пов'язано з невдалим вибором первинного перетворювача, від якого залежить функція перетворення контрольованої величини в електричний сигнал доступний для подальшої обробки. У цьому разі невдалий вибір первинного перетворювача, як джерела інформації про фізичні процеси, які відбуваються на контрольованому об'єкті не спроможна компенсувати навіть найбільш досконала система перетворення та обробки інформації. Задача суттєво ускладнюється у випадку впливу дестабілізуючих факторів, таких як зміна температури, вологості, оточуючого середовища.

Необхідність визначення пошкодження лінії електропередавання та струмів близьких до рівнів КЗ виникає в різних галузях народного господарства де використовується дротова передача електроенергії, зокрема, в меліорації, іригації та в цілому в сільському господарстві виникає при контролі та керуванні режимами роботи потужних електродвигунів, підстанцій та різних споживачів.

Для забезпечення економічної, надійної і якісної роботи первинних систем отримання та обробки інформаційних сигналів все більшого значення

набувають інформаційно-вимірювальні системи, засоби контролю, керування, регулювання і релейного захисту, що знаходять своє застосування в електроенергетиці, в меліорації, іригації, в зонах зрошеного землеробства.

Слід відзначити, що інформаційно-вимірювальні системи, будучи відносно недорогими, дозволяють не тільки уникнути значних витрат, необхідних для створення запасів в основному дороговартісного обладнання первинних систем, але і вирішити багато якісно нових задач ефективного використання енергетичних ресурсів та електротехнічних засобів.

Особливістю забезпечення контролю цілісності ліній розподілених мереж в сільській місцевості є їхня велика протяжність та значна розгалуженість. Тому забезпечення ефективної взаємодії мережі вимірювальних перетворювачів та системи контролю є важливим способом підвищення надійності функціонування електроенергетичних систем, забезпечуючи зменшення витрат часу на виявлення та ліквідацію ушкоджень, зокрема в воєнний час, коли цілісність енергосистеми порушується через аварії в мережі в результаті ворожих обстрілів, бомбардувань або диверсій на ЛЕП.

Для організації надійного зв'язку між сенсорами запропоновано використання перспективна мережева технологія, в ролі якої виступає прогресивна технологія LoRaWAN (глобальна мережа великого радіусу дії). Використання технології LoRa дозволило значно підвищити чутливість приймача, як індикатора так і системи контролю завдяки використанню модуляції з розширеним спектром. Під час передачі інформаційних сигналів передавач використовує всю ширину смуги пропускання каналу для передачі інформаційних сигналів, що робить такі сигнали стійкими до канальних шумів, які можуть бути викликані завадами промислової частоти.

Застосування протоколу LoRaWAN та відповідних модулів в засобах передачі інформації системи контролю цілісності ліній розподілених мереж дозволяє забезпечити збільшення терміну служби батарей індикаторів та дальності зв'язку. Протокол працює в діапазоні, що не ліцензується. Це дозволяє знизити вартість та забезпечити швидкість розгортання системи, що є особливо актуальним в умовах воєнного часу та повоєнної відбудови енергетичної мережі України.

Список літератури

1. Плахтиев А.М. Измерительные преобразователи с распределенными параметрами. Ташкент: Фан, 1987. 104 с.
2. Plakhtiyev A. M., Akhmedov S. U. Condition of application and development of contactless ferromagnetic converters in electrochemistry and metallurgy. Eighth World Conference on Intelligent Systems for Industrial Automation. WCIS. Tashkent, 2014. P. 326-329.
3. Зайцев Є.О., Закусило С.А., Березниченко В.О., Блінов І.В. Організація інформаційного обміну в системах контролю цілісності ліній розподілених мереж на базі технології LORA. VIII Всеукраїнська науково-практична

конференція «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика»,
04 листопада 2022 року, м. Полтава.

УДК: 620.91

Кузьмін Д.В., канд. юридичних наук, викладач

Класичний фаховий коледж Сумського державного університету

Весперіс С.З., канд. економічних наук, викладач

Конотопський інститут Сумського державного університету

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗМІН У ВІДНОШЕННІ КІНЦЕВОГО СПОЖИВАЧА ДО ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ

Розвиток агропромислового комплексу України є одним із пріоритетних напрямків розвитку вітчизняної економіки. Критично важливим моментом у функціонуванні об'єктів інфраструктури аграрного сектору є забезпечення їх електричною енергією. В умовах ведення військових дій на території України об'єкти критичної інфраструктури і у першу чергу об'єкти енергетики стали цілями для нанесення ракетних атак, що стало причиною аварійних та планових відключень об'єктів українського аграрного сектору економіки від електричного живлення. У результаті кризових явищ у вітчизняній енергетиці важливими є дослідження тенденцій пошуку приватними суб'єктами вітчизняного агропромислового комплексу заходів по забезпеченню себе електричною енергією в складних умовах ведення військових дій на території України.

Ключові слова: енергетика, альтернативна енергетика, відновлювальна енергетика, аграрний сектор.

Традиційно до початку військових дій у 2022 році українське суспільство розглядало експлуатацію об'єктів альтернативної енергетики як перспективний але не своєчасний напрямок розвитку забезпечення електричною енергією фізичних та юридичних осіб, задіяних у функціонуванні аграрного сектору економіки. В силу цілого ряду причин альтернативна енергетика у суб'єктів приватного агропромислового комплексу України сприймалася кінцевими її споживачами як перспективи на майбутнє. У той же час традиційно віддавалася перевага по забезпеченню постачання електричної енергії переважно від монополістів енергетичного ринку. Причин такої поведінки можливо виділити декілька, до них віднесемо: необхідний високий технічний рівень при монтажі та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики; високі ціни при закупівлі обладнання для об'єктів альтернативної енергетики; особливості природних умов, необхідних для експлуатації об'єктів альтернативної енергетики та при замовленні послуг їх монтажу; психологічний фактор неготовності до обов'язків, які виникають при експлуатацією об'єктів альтернативної енергетики. Проте, особливості перебігу військових дій у 2022 році змусили поступово споживачів змінювати своє ставлення до перспектив експлуатації об'єктів альтернативної енергетики у приватному аграрному секторі, що викликає подальшу актуальність досліджень у цьому напрямку.

Особливо питання забезпечення електричною енергією стало критичним восени 2022 року, коли об'єкти критичної інфраструктури України стали цілями для ракетних атак та атак дронів. В результаті атак проти енергетичної системи України постачальники електричної енергії змушені були перейти до аварійних та планових відключень кінцевих споживачів від споживання електричної енергії. В результаті таких відключень для фізичних та юридичних осіб, задіяних у функціонуванні аграрного сектору економіки, набуло актуальності питання забезпечення себе електричною енергією із альтернативних джерел. Найбільш актуальним для приватного аграрного сектору економіки стає монтаж та експлуатація об'єктів малопотужної відновлювальної енергетики.

В силу виробничої і побутової необхідності та обставин, пов'язаних із атаками на об'єкти енергетики, кінцевий споживач формує на ринку попит на гібридне споживання електричної енергії від монополіста-постачальника електричної енергії та можливе живлення від різних альтернативних джерел енергії під час аварійних та планових відключень. Як наслідок, спостерігається зростання попиту на послуги та товари, необхідні для забезпечення функціонування об'єктів відновлювальної енергетики. Нажаль, підвищений попит на вітчизняному ринку призвів до відчутного зростання цін на послуги та товари, які необхідні для монтажу та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики.

Враховуючі важливість питання забезпечення електричною енергією кінцевих споживачів аграрного сектору економіки вважаємо, що перспективним є вживання з боку держави методів управлінського впливу, до яких можна віднести реалізацію цільових короткострокових програм на підвищення енергоефективності; енергозбереження та монтаж об'єктів альтернативної енергетики, особливо для тих регіонів України, які найбільше потерпають від ведення військових дій. Реалізовувати подібні програми можна як у вигляді прямої допомоги з боку держави, так і у вигляді пільгових кредитів від банків державної форми власності і приватних банків-партнерів. Дана позиція держави задекларована у Енергетичній стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», де йдеться про необхідність для розвитку економіки країни сталого енергозабезпечення та перспективності заходів, направлених на зниження енергоємності економіки та диверсифікацією джерел і шляхів постачання енергоресурсів [1]. Більше того, згідно статті 16 Закону України «Про енергозбереження» держава бере на себе зобов'язання по стимулюванню енергозбереження шляхом пріоритетного кредитування [2].

Зазначимо, що у органів державної влади вже є адміністративно-управлінський досвід впровадження подібних цільових програм. Так, при реалізації норм Закону України «Про енергозбереження» було створене «Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України», яке реалізовувало завдання держави з пільгового кредитування населення для придбання та монтажу об'єктів відновлювальної енергетики.

Для окремо взятих регіонів країни аграрні підприємства можуть бути основними джерелами надходження коштів до місцевого бюджету, що робить їх функціонування критично важливим для існування місцевих громад. Тому

узгоджена дія державних органів та органів місцевого самоврядування може дати позитивні результати у забезпеченні суб'єктів аграрного сектору економіки об'єктами альтернативної енергетики. Місцеві громади в силу розуміння потреб свого регіону більш ефективно можуть приймати адміністративні рішення по черговості надання допомоги суб'єктам агропромислового комплексу, які у першу чергу критично потребують безперервного постачання електричної енергії.

Також потрібно враховувати і економічний ефект від цілеспрямованих державних програм монтажу об'єктів альтернативної енергетики у аграрному секторі. Відмітимо, що це може стимулювати розвиток вітчизняного ринку товарів та послуг, які пов'язані із монтажем об'єктів відновлювальної енергетики. Збільшуються господарські можливості підприємств від безперервного гібридного споживання електричної енергії. Як наслідок, збільшується у регіонах товарно-грошова активність на ринку суб'єктів господарської діяльності, що веде до збільшення надходжень до державного та місцевого бюджетів. Більше того, експлуатація об'єктів відновлювальної енергетики сприяє зниженню викидів забруднюючих речовин, що також позитивно впливає на економічний розвиток регіонів. Вітчизняна дослідниця Решетнікової І.Л. у цьому контексті відмітила, що впровадження технологій альтернативної енергетики у повсякденне життя формує «стале споживання, як усвідомлене надання переваги продуктам і послугам, які не шкодять здоров'ю, оточуючому середовищу та заощаджують ресурси для майбутніх поколінь» [3, с. 88].

Фактично на сучасному етапі функціонування енергетичної системи України питання розвитку альтернативної енергетики та гібридного споживання кінцевими споживачами електричної енергії стає питанням національної безпеки держави. У даному аспекті є слушною думка вітчизняної дослідниці Рязанової Н. О., яка зазначила, що використання гібридної генерації зокрема та альтернативної енергетики загалом є одним із шляхів підвищення енергетичної ефективності країни та зменшення енергетичної залежності від імпортованих нафти та газу [4, с. 215], що в умовах ведення військових дій, на нашу думку, взагалі може розглядатися як ключове завдання розвитку національної економіки України.

Отже, під впливом негативних подій 2022 року є очевидним, що на енергетичному ринку України відбудуться серйозні зміни, за яких роль відновлювальної енергетики буде суттєво зростати. З боку державних органів перспективним є адміністративна та кредитна підтримка монтажу та експлуатації об'єктів відновлювальної енергетики з боку суб'єктів агропромислового комплексу. Така позиція держави навіть у короткостроковій перспективі може дати позитивні економічні наслідки, пов'язані із активізацію господарських відносин, та зменшити залежність від імпорту енергоресурсів.

УДК 620.97

Nataliya Tsyvenkova, Ph.D., Associate Professor

National university of life and environmental sciences of Ukraine

Anna Golubenko, Teach. Assis., Grad. Stud.

Polissia National University

Ivan Omarov, Grad. Stud.

The Institute of Renewable energy of the National Academy of Sciences of Ukraine

e-mail: nataliyatsyvenkova@gmail.com

INFLUENCE OF STEAM SUPPLY IN THE PROCESS OF STRAW GASIFICATION

Annotation. *It is investigating the influence of the steam-air blowing on gas composition, gas calorific value, and water content to fuel content ratio against amount of steam for the process of straw gasifying.*

Key words: *gas generator, calorific value, steam supply, fuel gas*

The technological success in designing gas generator equipment and fundamental theoretical investigation of process of producing gas from agricultural plant raw material means that there is a significant attention paid to these problems from contemporary science. However, there are some technical problems, that due to lack of experimental data, does not allow receiving expected results from applying gas generator technologies. There are an unsolved problems of raising gas calorific value and intensification of process itself when using low grade fuels (sunflower seed husk, corn cobs (corn stems), grain straw, rape stalks, as well as briquettes and pellets of them).

These problems are tried to be solved by design as well as technological methods. Particularly design methods are next: improvement of separate assembly's design like gasification chamber, grates, bunker and so on. Technological methods are: using a steam-oxygen blowing at normal and high pressure, blowing air saturated with oxygen.

However, the existing researches do not reveal the problem of gasifying process intensification by using the steam-air blowing enough. This method not only provides stability of gasification process by maintaining high constant temperature in gas generator active zone, but also achieves higher content of CO, H₂, CH₄ and CH₂ in gas.

That is why the biomass steam-air gasification technology is a relevant problem, solving which will allow to produce gas with higher, compared to other gasification methods, technical-exploitation characteristics.

With this method a steam is mixed with air and a steam-air mixture is fed to gas generator gasification chamber. Optimal amount of steam for gasification of 1kg of a non-volatile carbon is 0.4kg and varies with carbon content in fuel. When feeding more than 0.6kg of steam for 1kg of carbon resulting gas calorific value going down, a CO content in gas is lowering, H₂ and CO₂ content raises. Besides that, the non-decomposed steam content raises.

Changes in gas composition and its calorific value Q_L^G in dependence from water supply G_W when gasifying straw are presented on fig.1. As you can see, when G_W/G_F^W ratio is more than 50 %, than gas calorific value is going down. Also the steam supply is not only limited by gas quality but also by need of reduction of fuel ash slagging. Ash from straw melts at 1000...1150°C.

To avoid excessive slagging, we should raise steam supply from 40 % to 50 % by fuel carbon mass, that won't affect gas calorific value drop essentially. Further rising of steam supply will lead to sharp lowering of gas calorific value. While slag is becoming more porous, more loose and brittle when rising steam supply. And vice versa when lowering steam supply under 40 % slag becomes more solid and heavily melted through.

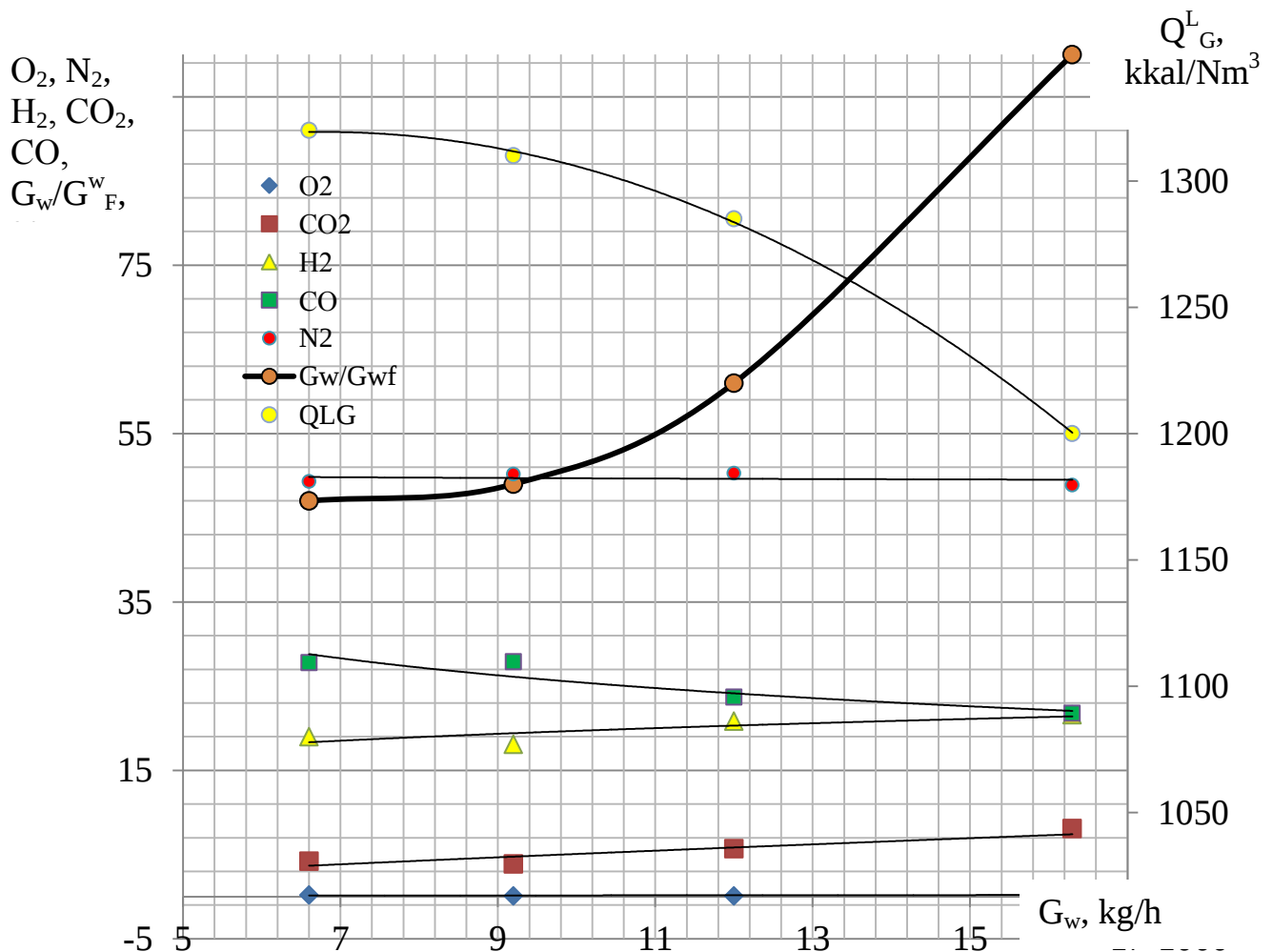


Fig.1. Gas composition, calorific value, and water content to fuel content ratio against amount of steam for the process of straw gasifying.

Due to this steam supply for gasification of high carbon fuels with ash, capable of slagging, is set to around 50 % to fuel carbon content.

Raising steam supply is accompanied by changes of temperature mode in fuel layer. Fine-grained fuel needs more steam than coarse-grained, because it is more tendentious to slagging.

If removing slag by hand the steam supply tends to be 13 % more than if using a rotating grate with mechanical drive.

When the fuel itself contains more moisture the steam supply should be lower. Straw is a porous fuel and absorbs moisture easily, hence when gasifying it should pay attention to the steam supply because there is already an amount of water in form of moisture content of fuel.

With raising steam supply a specific absolute decomposed steam amount also raises but steam decomposition grade lowers.

Steam decomposition grade β is a ratio of a decomposed steam to supplied steam:

$$\beta = \frac{g_w - f_r V_c}{g_w} 100 = \left(1 - f_r \frac{V_c}{g_w} \right), \quad (1)$$

where g_w – weight of steam supplied in one hour when gasifying 1kg of fuel, kg;

f_r – quantity of an non decomposed steam in 1Nm³ of gas, Nm³.

Experimental data received when gasifying wheat straw showed that steam decomposition grade β was 82.7 %.

REFERENCES

1. Pauls J. H., Mahinpey N., Mostafavi Eh. Simulation of air-steam gasification of woody biomass in a bubbling fluidized bed using Aspen Plus: A comprehensive model including pyrolysis, hydrodynamics and tar production // Biomass and Bioenergy. 2016. Vol. 95. P. 157–166.

2. Sepe A. M., Li J., Paul M. C. Assessing biomass steam gasification technologies using a multipurpose model // Energy Conversion and Management. 2016. Vol. 129. P. 216–226.

3. [The study of reactions influencing the biomass steam gasification process / Franco C., Pinto F., Gulyurtlu I., Cabrita I. // Fuel. 2003. Vol. 82, Issue 7. P. 835–842.](#)

4. [Herguido, J., Corella, J., Gonzalez-Sanz, J. \(1992\). Steam gasification of lignocellulosic residues in a fluidized bed at a small pilot scale. Effect of the type of feedstock. Industrial & Engineering Chemistry Research, 31, 5, 1274–1282.](#)

УДК 662.636.3

Цивенкова Н.М., канд. техн. наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Чуба В.В., канд. техн. наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

nataliyatsyvenkova@gmail.com

МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБОРОТНОГО ПЛУГА

Анотація. *Важливо дослідити взаємодію ґрунт→ґрунтообробний інструмент та оптимізувати параметри, що впливають на якість обробітку ґрунту. Зазначене дозволить прогнозувати продуктивність обробітку ґрунту та витрати енергії на процес оранки.*

Ключові слова: *оборотний плуг, кутознім, шар ґрунту, процес оранки.*

Обробіток ґрунту передбачає процеси зрізання, руйнування, перевертання або переміщення ґрунту, як правило, за один прохід. Він спрямований на створення бажаного кінцевого стану шару ґрунту, відмінного від початкового, шляхом виконання механічних операцій. Згадані механічні операції потребують значної кількості енергії не тільки через значну кількість маси ґрунту, яку потрібно переміщати, але й через вибір інструменту для обробітку ґрунту та через фіксацію його глибини та швидкості роботи.

Також, незважаючи на те, що в останні роки в сільському господарстві було проведено багато досліджень, енергія, необхідна на процес ґрунтообробки (витрата палива), не знижувалася з 1970-х років і зараз все ще цікавить багатьох дослідників. Враховуючи сучасний стан доходів на підприємствах сільського господарства, існування жорсткої конкуренції і бажання досягти енергетичної безпеки, навіть незначне удосконалення енергетичного балансу процесу ґрунтообробки, мало б значну перевагу для фермерів. Тому, оптимізація енергетичних витрат є доведеною потребою для ґрунтообробних знарядь, які можна класифікувати як інструменти первинної обробки ґрунту (відвальний, оборотний, дисковий плуг тощо) та допоміжні робочі інструменти (борони, культиватори тощо).

Оборотний плуг є найбільш поширеним інструментом для ґрунтообробки у світі. Однак він характеризується тим, що має найбільше енергоспоживання в процесі роботи [1]. До його механічної функції відноситься процес розрізання ґрунту і перевертання його на бік. За допомогою цього плуга можна вносити і змішувати в ґрунті добрива та рослинні рештки. Використання плугу в вологу пору року дозволяє не лише обробити ґрунт, але й забезпечити його належну вентиляцію, утримувати вологу в ґрунті та створювати борозни, стійкі до ерозії.

Сьогодні в світі розроблено декілька підходів до моделювання з метою вивчення взаємодії ґрунт-інструмент та оптимізації всіх параметрів, що впливають на енергоспоживання та якість обробітку ґрунту, а саме: умови експлуатації (швидкість, глибина), кути різання ґрунту, інструмент. Щоб

прогнозувати величину сили, необхідної для обробітку ґрунту, існує безліч аналітичних моделей, які побудовані на теорії пасивного руйнування ґрунту [1].

Як правило, відомі 2D і 3D моделі представлені із суттєвими спрощеннями, виходячи з припущення, що ґрунти є однорідними, ізотропними та ідеально пластичними [2]. Ці дослідження обмежуються простою геометрією інструменту та спрощеними моделями руйнування ґрунту. Хоча аналітичні моделі, представлені в [2] передбачали більш складну геометрію інструментів, таких як дисковий і оборотний плуг, однак припущення про характер руйнування ґрунту все ще має певні обмеження.

Чисельні методи, такі як метод дискретних елементів (МДЕ), метод гідродинамічного моделювання (МГД) та метод кінцевих елементів (МКЕ) також були розроблені для моделювання взаємодії між ґрунтом і ґрунтообробними знаряддями складної форми [3]. Зазначено, що за допомогою вказаних чисельних методів можна не лише розрахувати зусилля, необхідне на обробіток ґрунту, але й моделювати процес самого обробітку ґрунту.

МКЕ багаторазово моделювали поведінку ґрунту в процесі обробітку. Ґрунт розглядався як пружно-ідеальний пластичний матеріал. У той час як інші дослідники розглядали ґрунт як матеріал з нелінійною пружністю та як пружно-пластичний матеріал із здатністю твердіти. Цим методом також досліджували взаємодію ґрунт-відвал. Вивчено розподіл напруги по поверхні корпусів, вплив робочих параметрів плуга (швидкість, глибину обробки) та досліджено кути піднімання та сили обробітку. Загалом, автори [3] свідчать про зростання тягової сили із зростанням швидкості, глибини, кута різання та піднімання.

Автори [4] встановили, що використання плуга з кутом піднімання (26°) і кутом різання ($28^\circ \dots 43^\circ$) із середньою швидкістю руху та достатньою глибиною занурення корпусів в ґрунт забезпечує гарну якість обробітку (інверсії ґрунту) та мінімальне споживання енергії.

Вказані дослідження передбачали порівняння впливу геометрії, умов експлуатації (швидкості руху, глибини обробки), кутів зрізання ґрунту реального оборотного плуга та його 3D моделі на зусилля обробітку та процес перевертання ґрунту. Однак вплив конструктивних параметрів оборотного плуга як на якість обробітку ґрунту, так і на енергоспоживання не досліджено через складність створення його 3D поверхні і відповідної аналітичної моделі для опису створеної тривимірної фігури.

Отже, є потреба дослідити вплив геометричних параметрів оборотного плуга, а саме кута різання, кута піднімання, параметрів споживання енергії на якість обробітку ґрунту. Це дослідження дозволить прогнозувати продуктивність обробітку ґрунту та витрати енергії на процес оранки.

Література

1. Luo, F., Zhu, L., Wei, M., Zhang, J.-W., Zhu, D.-Q., & Jen, T.-C. (2019). Tillage Condition Effects on Soil/Plow-breast Flow Interaction of a Horizontally Reversible Plow. *Procedia Manufacturing*, 35, 980–985.

2. Ibrahmi, A., Bentaher, H., Hamza, E., Maalej, A., & Mouazen, A. M. (2016). 3D finite element simulation of the effect of mouldboard plough's design on both the energy consumption and the tillage quality. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(1-4), 473–487.

3. Zhang, L., Cai, Z., Wang, L., Zhang, R., & Liu, H. (2018). Coupled Eulerian-Lagrangian finite element method for simulating soil-tool interaction. *Biosystems Engineering*, 175, 96–105.

4. Karmakar, S., Kushwaha, R. L., & Laguë, C. (2007). Numerical modelling of soil stress and pressure distribution on a flat tillage tool using computational fluid dynamics. *Biosystems Engineering*, 97(3), 407–414.

Список літератури

1. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: затв. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605-р / Міністерство енергетики та вугільної промисловості України

URL http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085.

2. Про енергозбереження: Закон України від 01.07.1994 № 74/94-ВР. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>.

3. Решетнікова І.Л. Стале споживання як сучасний тренд поведінки споживачів. Маркетинг: виклики та рішення : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (м. Одеса, 21 квітня 2021 року) / за ред. д.е.н., проф. І.Л. Литовченко. Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2021. 155 с. С.87-89.

4. Рязанова Н.О. Стратегічні орієнтири розвитку альтернативної енергетики в національній економіці України: дис. докт. ек. наук : 08.00.03 / Рязанова Наталія Олексіївна – Київ, 2021. – 525 с.

ЗМІСТ

Трегуб М.І., Козирський В. В., Стратегія стійкого енергозабезпечення в системі сталого розвитку на основі децентралізованого генерування з різних видів відновлюваних та без карбонових електротехнологій.....	3
Голуб Г.А., Цивенкова Н.М., Чуба В.В., Омаров І.С. Вирішення екологічних проблем урбанізованих територій газогенераторними технологіями.....	5
Кравчук В.І., Ганженко О.М., Гуменюк Ю.О. Біоенергетика: сучасність і прогноз техніко-технологічних інновацій.....	9
Червінський Л. С. Електротехнології як засіб підвищення урожайності тепличних культур.....	13
Безкровний М.Ф. Методичні основи економічного обґрунтування перспективних форм інженерно - технічного забезпечення вдосконалювання сільської електроенергетики.....	17
Червінський Л.С. Підвищення ефективності світлокультури рослин в спорудах захищеного ґрунту.....	21
Майдан П.С., Соколан Ю.С. Гібридні системи електропостачання на базі сонце+вітер-дизельної генерації.....	23
Кепко Я.О., Кепко О.І. Особливості автоматизації транзитного калориметра.....	26
Мардзявко В.А. Аналіз перехідних процесів в електродинамічному випромінювачі для розробки установки вібраційної обробки зернових культур в ємностях.....	29
Секкер В.П., Мардзявко В.А. Аналіз класичних та нетрадиційних способів вдосконалення електромеханічних пристроїв.....	33
Азаров В., Музиченко В.А. Основні напрями енергозбереження в АПК.....	36
Савченко В., Музиченко В.А. Шляхи економії енергоресурсів в сільському господарстві.....	40
Голодний І.М. Енергозберігаючі електротехнології для отримання водоростевих високопоживних речовин.....	43
Семакін С.С., Голодний І.М. Дослідження на комп'ютерній моделі характеристик синхронного генератора	45
Красноройз Л.К., Голодний І.М. Розробка комп'ютерної моделі в MatLab електропривода постійного струму серії LENZE 530.....	48
Гаяк Н.В., Селезньова О.О. Електросинтез композитів TiO_2/MnO_2	51
Трегуб М.І., Демещук В.А. Обґрунтування керованих панельних блоків сонячних електростанцій (сес) та систем їх управління.....	57
Снігур Т.М. Сонячна енергетика.....	59
Білецька А.В., Єрмоленко В.О. Дослідження вітрогенеруючої установки.....	63
Синявський М.А., Єрмоленко В.О. Дослідження геліоколекторної установки.....	66
Колюшев А.С., Єрмоленко В.О. Дослідження сонячної батареї Білоцерківського національного аграрного університету.....	69
Сафін М.І., Єрмоленко В.О. Дослідження сонячної батареї приватного будинку.....	72
Войтовський В.В., Рубець А. М. Перспективні шляхи генерування енергії системи сонячної електростанції (СЕС).....	75
Васько П.Ф. Правові та технологічні аспекти створення нових малих гідроелектростанцій в Україні	77
Бурковська А. І., Бурковська А.В. Використання енергії біомаси в світі.....	79
Сенчук М.М. Оптимізація потужності пунктів для отримання біопалива на етапі проектування	81
Семен Я.В., Крупич О.М., Левко С.І., Крупич С.О. Результати досліджень процесу ущільнення рослинних решток під час пресування.....	84
Ребенко В.І. Шляхи надійного забезпечення енергією об'єктів тваринництва.....	86
Царенко Б.О., Сенчук М.М. Ефективне використання біогазової установки.....	89

Фещенко І.О., Чуба В.В. Особливості конструкції існуючих газогенераторних установок	92
Москаленко А., Чуба В.В. Отримання енергії із використання водневих технологій.....	96
Бахмач В.І., Демещук В.А. Обґрунтування багатофункціональної електромобільної машини для екологічного землеробства.....	99
Кудряєв Я., Рубець А. М. Розробка електропривода лемішного плуга для малих ділянок та теплиць.....	102
Крупич О.М., Семен Я.В., Крупич С.О., Кудринський Р.Б Розрахунок енергетичної ефективності тросового віброударного струшувача плодів під час збирання волоських горіхів.....	105
Білик Ю.М., Мартинюк А.В., Борис М.М. Розробка кавітаційного нагрівача для потреб АПК.....	109
Закусило С.А., Березниченко В.О., Блінов І.В., Зайцев Є.О. Ідентифікації пошкодження лінії електропередавання на об'єктах агропромислового комплексу.....	112
Кузьмін Д.В., Весперіс С.З. Деякі аспекти змін у відношенні кінцевого споживача до відновлюваної енергетики у агропромисловому комплексі України.....	114
Tsyvenkova N., Golubenko A., Omarov I. Influence of steam supply in the process of straw gasification.....	117
Цивенкова Н.М., Чуба В.В. Методи моделювання конструктивних параметрів оборотного плуга	120