

**Міністерство освіти і науки України
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти»
Білоцерківський національний аграрний університет
Технопарк «Innovations and SMA technologies» LLC АЛОТЕК
(Україна, Польща).
CEO “19 points” (Latvia)
MSDLab OU (Estonia)**



**Матеріали
IV Міжнародної науково-практичної конференції

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

“11” грудня 2025 року

**Біла Церква
2025**

УДК 620.9 «20»

Редакційна колегія:

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

Карпук Л.М., декан агробіотехнологічного факультету БНАУ, доктор. с.-г. наук, професор.

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 кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка Національного університету біоресурсів і природокористування України.

Головко В.М., професор кафедри відновлюваних джерел енергії Київського політехнічного університету ім. Ігоря Сікорського, доктор технічних наук.

Гуцол Т.Д., професор кафедри механіки та інженерії агроєкосистем Поліського національного університету; Український університет в Європі, Краків, Польща, доктор технічних наук.

Кухарець С.М., Аграрна академія, Університет Вітовта Великого, Каунас, Литва, доктор технічних наук, професор.

Васько П. Ф., завідувач відділу гідроенергетики Інституту відновлюваної енергетики НАН України, доктор технічних наук, професор.

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

Krzysztof Mudryk, professor, doctor of science, Faculty of Production and Power Engineering, University of Agriculture in Krakow, Poland.

Szymon Glowacki, professor, doctor of science, Department of Fundamentals of Engineering and Power Engineering, Institute of Mechanical Engineering, Warsaw University of Life Sciences, Poland

Jonas Čėsna, docent., associate professor Department of Mechanical, Energy and Biotechnology Engineering, Agriculture Academy, Vytautas Magnus University, Kaunas.

Козирський В. В., доктор технічних наук, професор, директор Технопарку «Innovations and SMA technologies» LLC АЛІОТЕК (Україна, Польща).

Reinholds Zviedris, doctor of science, CEO “19 points”, Latvia.

Ivan Chuba, Director MSDLab OU, Estonia.

Сенчук М.М., кандидат технічних наук, доцент

Чуба В.В., кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальна за випуск – **Сенчук М.М.**, кандидат технічних наук, доцент

«Аграрна енергетика в XXI сторіччі: досягнення і перспективи розвитку»: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, 11 грудня 2025 року. Білоцерківський НАУ. 102 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/>

БНАУ©2025

УДК 620. 92: 621.8.036

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

Демещук В.А., інженер.

Білоцерківський національний аграрний університет

**КОМПЛЕКС ПОНОВЛЮВАЛЬНИХ ЕНЕРГОДЖЕРЕЛ З
АКУМУЛЮВАННЯМ ЕНЕРГІЇ ВОДНЕВИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ.**

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.

В роботі використано теоретичні методи з використанням комп'ютерної програми Excel та експериментальна перевірка залежності потужності генерування електроенергії від кута падіння променів сонця та порівняти сучасні шляхи акумуляції енергії та зробити висновок щодо їх ефективності.

Ключові слова: Сонячні станції, акумулявання енергії, поновлювальні енергоджерела, водневі технології, трекерні установки.

Актуальність досліджень. Так 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. Тому потрібно обрати раціональну систему акумулявання електроенергії, отриманої в години максимальної генерованої потужності на сонячних електростанціях та систему енергоефективного керування комплексом.

Результати роботи. 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 акумулявання 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% [1]. Це пояснюється економічною недоцільністю витрачання електричної енергії для виробництва водню для теплоенергетичних потреб.

Більш доцільно електричну енергію перетворювати в теплову безпосередньо. При цьому з електричної енергії отримання теплової відбувається за виразом

$$W_T = U \cdot I_n \cos(\varphi) \cdot \eta_n \cdot \eta_{\pi} \cdot \frac{Дж}{с};$$

де U – напруга живлення нагрівального пристрою, В;

I_H – струм при роботі пристрою, А;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності, в.о.;

η_H – коефіцієнт корисної дії нагрівального пристрою, в.о.;

η_{Π} – коефіцієнт корисної дії провідників пристроїв комутації, в.о.

Для постійного струму коефіцієнт активної потужності приймають 1,0.

Втрати енергії у провідниках мережі визначаються виразом:

$$\Delta P_M = I_{\Pi}^2 \cdot R_{\Pi}, \text{ Вт}$$

де R_{Π} – активний опір провідників живлення електронагрівального пристрою. За правильного виконання електричної мережі живлення нагрівального пристрою потужність втрат у провідниках не перевищує 1% встановленої потужності.

Якщо розглядати нагрівальні пристрої, що працюють на принципі активного опору, то приймають $\eta_H \approx 0,97$.

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 обладйливі перспективи має гідридну технологію зберігання водню, яка сьогодні досліджується у багатьох лабораторіях передових країн світу [2].

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.

Важливою умовою ефективної роботи СЕС з система акумулювання [3]. Слід вважати наявність технічних засобів безперервного орієнтування світлоприймальної площини фотоелектричних панелей на сонячне опромінення. Це реалізується сучасними автоматизованими трекерними системами, які однак мають високу ціну та конструктивну складність. Тому в Білоцерківському національному аграрному університеті було розроблено і виготовлено трекерні системи щоголового типу, призначені для прибудівлевого встановлення, що не потребує відведення спеціальних майданчиків.

Крім того розробка нових типів енергоефективних систем [4] орієнтування площини фотоелектричних панелей на прибудівлевих поворотних опорах дозволяє суттєво збільшити загальний виробіток електроенергії протягом світлового дня порівняно з нерухомо встановленими панелями на південних схилах дахів.



Рис. 1. Фотоелектричні панелі на двохосьовому трекері.

На фото (рис.1) показано блок фотоелектричних панелей на поворотній опорі з механізмом зміни кута нахилу світлоприймальної поверхні.

Блок фотоелектричних панелей підключений до інвертора гібридного типу, встановленого в електромонтажній шафі, показано на рис. 2.

Такий тип інвертора дозволяє підключення до персонального комп'ютера для програмованого керування процесом генерування електроенергії та її акумулювання в години максимальної потужності від сонячного потоку [5].

Загальний інтерфейс висвітлює основні електроенергетичні параметри роботи СЕС: поточне генерування електроенергії, виробіток за день, місяць, рік, поточна напруга, потужність та частота мережі, напруга та потужність

панелей, струм розрядження - зарядження акумуляторної батареї та інші параметри (рис. 3).



Рис. 2. Гібридний інвертор Ахіота, до якого підключені блок фотоелектричних панелей, електромережа і акумуляторні батареї.

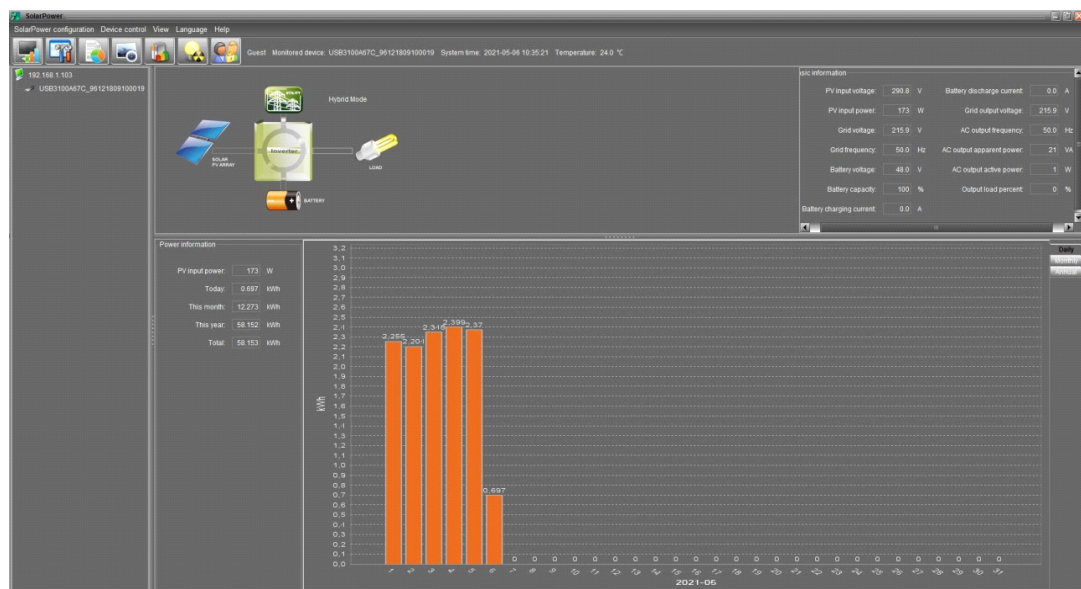


Рис. 3. Загальний інтерфейс програми керування гібридним інвертором з персонального комп'ютера.

Програмне забезпечення інвертора дозволяє дистанційно керувати параметрами генерування електроенергії: встановлювати струм та напругу зарядження – розрядження акумуляторної батареї, напругу припинення віддачі електроенергії з акумуляторної батареї (початок зарядження), пріоритет використання електроенергії (рис. 4) (вхідної: від сонячних панелей – батареї – мережі і вихідної: сонячна – з мережі – з батареї)

Parameters setting

Mute buzzer alarm: ☐ Enable ☒ Disable

Overload auto restart: ☐ Enable ☒ Disable

Over temperature auto restart: ☐ Enable ☒ Disable

Backlight on: ☒ Enable ☐ Disable

Model type: ☐ Hybrid ☒ Off-grid

Overload bypass when utility is available: ☒ Enable ☐ Disable

LCD display escape to default page after 1min timeout: ☒ Enable ☐ Disable

Beeps while primary source interrupt: ☒ Enable ☐ Disable

Fault code record: ☐ Enable ☒ Disable

Standard: India

Charger source priority: Solar and Utility

Max. charging current: 60.0 A

Max. AC charging current: 30.0 A

Output model: Single

AC input range: Appliance

Battery type: User

Solar power priority: Battery-Load-Utility

Output source priority: Solar-Utility-Battery

AC output frequency: 50.0 Hz

AC output voltage: 230.0 V

Battery re-charged voltage when utility is available: 46.0 V

Battery re-discharged voltage when utility is available: 54.0 V

Bulk charging voltage(C.V. voltage): 56.4 V

Floating charging voltage: 48.0 V

Battery cut-off voltage: 40.8 V

Allow AC-charging duration: 00:00 ~ 00:00

AC Output ON/Off Timer: 00:00 ~ 00:00

Any schedule change will affect the power generated and shall be conservatively made.

System time: 2021-05-06

10:35:51

Рис. 4. Вікно програми встановлення заданих параметрів системи генерування та акумулювання.

Висновки. Для більшої рівномірності передачі генерованої електроенергії від сонячних електростанцій необхідно встановити акумулюючі системи з електричними акумуляторами, а за певних потреб з електролізерами для виробництва водню. Для збільшення виробітку електроенергії блоки фотоелектричних панелей раціонально встановлювати на треках з цілодобовою орієнтацією світло сприймальної площини на сонячне випромінювання. Високоєфективна робота енергетичного комплексу з сонячною електростанцією та акумуляторним блоком досягається гібридним інвертором, підключеним до комп'ютера, що забезпечує безперервне програмоване керування та запис параметрів.

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-post30https://alfa.solar/uk/>

УДК 621.16

1. Червінський Л.С., доктор технічних наук, професор.

Білоцерківський національний аграрний університет.

ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОГО МАРКУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ.

У сучасному світі, де ідентифікація та брендування продукції мають велике значення, лазерне маркування постає як високоефективний і надійний інструмент. Ця технологія, у рамках якого використовується сфокусований промінь світла, дозволяє наносити на вироби чіткі, довговічні та стійкі до зношування позначення. Від серійних номерів і штрих-кодів до складних логотипів і декоративних елементів, лазерне маркування відкриває безмежні можливості для персоналізації та відстеження продукції в різних галузях промисловості.

Ширина лінії лазерного маркування може бути менше 12μm, а глибина лінії може бути менше 10μm. Лазерний промінь може розмічати поверхню дрібних деталей у міліметрах. Лазерне маркування може легко використовувати комп'ютер для автоматичного керування графікою та тепловими слідами, має високу швидкість маркування, низькі експлуатаційні витрати, відсутність забруднення та інші характеристики, що може значно покращити якість маркованих продуктів.

Завдяки своїй точності та контрольованості, лазерне маркування забезпечує високу якість нанесених зображень, зберігаючи при цьому цілісність матеріалу. Відсутність механічного контакту виключає ризик пошкодження поверхні, а стійкість нанесених позначок до стирання, хімічних впливів і екстремальних температур гарантує їхню довговічність протягом усього життєвого циклу виробу. Лазерне маркування вирізняється великою швидкістю роботи, універсальністю застосування на різних матеріалах (метал, пластик, скло тощо) та можливістю автоматизації процесу.

Саме ці переваги роблять лазерне маркування незамінним рішенням для маркування окремих виробів в сільському господарстві, аерокосмічній, автомобільній, медичній і багатьох інших сферах.

Список літератури.

1. Пухальська, Г.В., Порвін, І.Е. (2020). Лазерне маркування. Тези доповідей науковопрактичної конференції, Запоріжжя, 13–17 квітня 2020 р. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – С. 21-22.

2. Котляров, В.П., Киященко, О.М. (2017). Особливості використання лазерної технології в умовах сучасного стану промисловості України. Наукові вісті НТУУ «КПІ»: міжнародний науково-технічний журнал, 1(111). 94-105. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/24092>.

3. Савченко, О.М. (2020). Фізичні процеси при взаємодії лазерного CO₂-випромінювання з матеріалом. Наукові записки: Зб. наук. праць, 2(61), 86-93.

УДК 631.17:57.042

Червінський Л.С., доктор технічних наук, професор,

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

Голодний І.І., кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ОПТИЧНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЯХ АПК.

Оптичні електротехнології (ОЕТ) – це технології ґрунтовані на використанні енергії оптичного випромінювання в сільському господарстві. Вони вирізняються в окремий ряд специфікою утворення, передачі та поглинання енергії оптичного випромінювання в процесі необхідного технологічного ефекту на продукцію.

Їх особливістю є те, що втрати енергії спостерігаються на всіх трьох етапах: при перетворенні електричної енергії в процесі генерації випромінювання джерелом, виникати під час передачі випромінювання від джерела до об'єкту опромінювання і в самому об'єкті опромінювання під час її поглинання і перетворення.

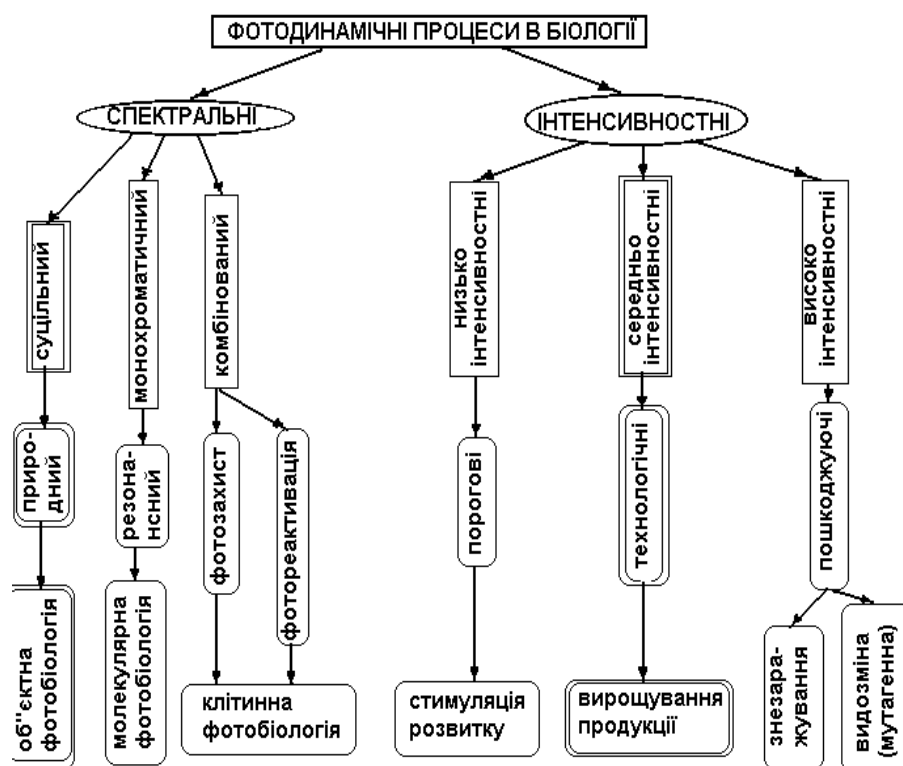
Системний аналіз результатів наукових досліджень викладених в науковому середовищі [1-3] дозволяє узагальнити енергетичну дію оптичного випромінювання на основі фотодинамічних процесів за структурною схемою, наведеній нижче на рис.1.

Згідно із схемою фотодинамічні процеси, що протікають в біологічних об'єктах можна систематизувати за двома напрямкам, характеризуючими ефективну дію енергії оптичного випромінювання: *спектральним і інтенсивностним*.

Спектральні фотопроцеси – це фотодинамічні процеси в біологічних структурах, що мають виражену залежність від спектрального складу оптичного випромінювання і характеризуються спектрами біологічної дії (об'єктна фотобіологія), або направленим впливом на біологічні структуру (молекулярна та клітинна фотобіологія).

При цьому, в залежності від виду спектру дії оптичного випромінювання проходить селективна або інтегральна взаємодія його із біологічними структурами на молекулярному, клітинному чи об'єктному рівнях.

Оптичні електротехнології засновані на спектральних фотопроцесах є перспективними сільському господарстві для отримання нових видів



біологічної продукції чи з новими технологічними характеристиками.

Рис.1. Структурна схема перетворення енергії оптичного випромінювання в живих організмах.

Інтенсивні фотопроцеси – це фотодинамічні процеси в біологічних структурах, що мають виражену залежність від інтенсивності (потужності) потоку оптичного випромінювання і характеризуються спусковим ефектом біологічної реакції (стимулююча дія), створенням оптимальних умов для протікання фотобіологічної реакції (це технологічні процеси, що визначають напрям застосування оптичного випромінювання в технологіях одержання біологічної продукції) та пошкоджуючою дією великих інтенсивностей в процесах знезаражування сільськогосподарських приміщень та сільськогосподарської продукції.

Подальша систематизація і глибоке вивчення фотодинамічних процесів в біологічних об'єктах сільськогосподарського виробництва має велике значення для глибокого пізнання механізму взаємодії енергії оптичного випромінювання зі сприймаючими структурами біологічного об'єкту та подальшого перетворення в його організмі. Кінцевим результатом вищенаведених досліджень є реалізація енергоефективних оптичних електротехнологій, які сприяють одержанню екологічно чистої і якісної продукції тваринництва і рослинництва за зменшення енергетичних і технологічних затрат.

Список літератури.

1. L.S. Chervinsky Rationale and Definition of The Criteria of The Efficiency of The Biological Activity of Optical Radiation on Animal Organism./ L.S. Chervinsky/ Korean Journal of Food & Health Convergence /2018.vol4.no4., pp.1-5.2018.
2. Chervinsky LS Primary mechanism of action of optical radiation on living organisms/ International Journal of Biosensors & Bioelectronics 2018;4(4):204.
3. [L. S. Chervinsky](#) "The ways and effects of ultraviolet radiation on the human and animal body", Proc. SPIE 11363, Tissue Optics and Photonics, 113630I (2 April 2020); <https://doi.org/10.1117/12.2552719>

УДК 544.2/.6:664:665.5

Nadiia Haiuk, Balitskyi Yura

Bila Tserkva National Agrarian University

FUNCTIONALITY OF ELECTROCRYSTALLIZED COMPOSITES OF THE TiO₂/MnO₂/HNT/INT SYSTEM.

Keywords: nanotubes, nanomaterials, safety, halloysite, composites, synthesis.

Introduction.

Modern models of sustainable and “green” development require the implementation of environmentally oriented technologies. Therefore, the development of effective methods for the destruction and degradation of environmentally polluting substances is a strategic task of modern chemical science and technology.

The accumulation of polymer waste materials, including polyethylene, and the removal of dyes and other organic compounds from technological solutions represent a serious problem and a threat to various ecosystems and human health.

Photocatalytic and photoelectrocatalytic methods for the destruction of ecotoxins offer a number of significant advantages, including the possibility of conducting reactions under mild conditions, rapid (express) and nearly complete removal of toxic substances from solutions without the need for additional reagents.

Materials and Methods.

Among the most widespread photo(electro)catalysts are semiconductor nanomaterials, including titanium dioxide, due to their chemical stability, non-toxicity, relative availability, and high photocatalytic activity. However, the activity of titanium dioxide is manifested under relatively hard UV irradiation. This wide-bandgap n-type semiconductor has a bandgap width of 3.2 eV for anatase and 3.0 eV for rutile [4].

The introduction of semiconductors with a smaller bandgap width can facilitate the manifestation of photoactivity in the visible range. Manganese dioxide belongs to such materials, particularly the hollandite modification, which

can be electrocrystallized from ammonium-containing electrolytes via the method of electrolytic doping.

The incorporation of aluminosilicate nanotubes (HNTs) as relatively new and environmentally attractive research objects, capable of accelerating mass transfer and promoting the degradation of organic compounds, is of considerable scientific interest. New possibilities for controlled synthesis of oxide materials based on HNT/TiO₂/MnO₂ with predetermined chemical and phase composition enable the development of composites with improved environmentally oriented functional properties.

The work is aimed at creating new promising composites of transition-metal oxides, titanium(VI) and manganese(VI), with halloysite and imogolite aluminosilicate nanotubes (HNT/INT), using electrolytic doping approaches for photo(electro)catalytic degradation. The research focuses on environmentally hazardous objects such as low-concentration dye solutions from textile production and polyethylene films, which exhibit no natural degradation in the environment.

Results.

By selecting the duration of the UV irradiation interval for PE films with a photocatalytically active composite within a total exposure time of up to 100 hours, it was established that increasing the irradiation interval leads to a disproportionately greater total mass loss. This is caused by the effect of increased temperature on the kinetics of photocatalytic degradation of the PE film.

A synergistic 10% increase in mass loss of the PE film was recorded in the simultaneous presence of both MnO₂ and TiO₂ in the composite, compared to PE films containing only one of these components [1].

Analysis of the HNT/INT-based composites showed that the interaction of the components depends on the surface charge of the nanotubes as well as on the charge of Mn(II) species discharged at the anode. It was found that the ammonium electrolyte promotes the incorporation of imogolite nanotubes into the MnO₂ deposit. It is known that Mn species in an ammonium electrolyte are negatively charged. Therefore, the incorporation of imogolite nanotubes into the MnO₂ deposit can be explained by the electrostatic interaction between the oppositely charged Tutton's salt particles and the surface of the nanotubes [5].

The influence of the surface charge of nanotubes on their ability to be incorporated into the bulk of the massive oxide material has been demonstrated. This property is characteristic of positively charged imogolite nanotubes, which confirms the role of Tutton's salt with disulfate anions of manganese(II) in the formation of oxide film materials [3].

It has been shown that not only composite materials are synthesized, but also products of their chemical interaction. The physicochemical regularities of the formation of multifunctional nanoporous HNT-based materials and complex photocatalysts of the TiO₂/MnO₂/HNT system have been established. The concept of electrolytic doping has been extended to the synthesis of HNT/TiO₂ composites with manganese dioxide from suspension electrolytes. The influence of

the structure, nonstoichiometry, nature of the obtained products, and dopant additives of various types on the functionality of the composites has been studied.

Optimal synthesis conditions for producing a composite with predetermined functional properties have been identified. These conditions include galvanostatic electrocrystallization of manganese dioxide under diffusion-controlled conditions for Mn^{2+} ($[\text{Mn}^{2+}] < 0.2 \text{ M}$) using an ammonium electrolyte, with the introduction of anatase suspension and pre-treated nanotubes. The regularities of composite electrocrystallization are determined by the ability of the components to dissolve in the electrolyte and by the occurrence of additional chemical stages in the process [2].

Conclusions

Reducing the environmental burden on nature and minimizing the costs of disposing of used polymer products are among the key priorities. The established physicochemical regularities of the formation of multifunctional nanoscale composite materials $\text{TiO}_2/\text{MnO}_2/\text{HNT}$ will serve as a reliable scientific basis for the development of new composite materials with photo(electro)catalytic properties. Their practical application may also be directed toward the development of efficient water purification technologies and photo(electro)catalysts for polyethylene films.

References:

1. Haiuk N.V. Modified by titanium oxides polyethylene film degradation under UV-irradiation/N.V. Haiuk, G. Sokolsky // Міжнародної науково – технічної конференції POLIT. Challenges of science today, 1-3 April 2020. – Kyiv:National aviation university, 2020. – P.77
2. Haiuk N.V. Photo(electro)catalysts based on $\text{TiO}_2/\text{MnO}_2/\text{HNTs}/\text{INTs}$ composites. Qualification research work manuscript. PhD thesis in Chemistry (Ph.D.) in specialty 102 "Chemistry". - National Aviation University. Specialized Scientific Council of National Aviation University of MES of Ukraine. - Kyiv, 2021. – 213 p
3. Zhao Y. Synthesis and optical properties of TiO_2 nanoparticles / Y. Zhao, C. Li, X. Liu and other // Materials Letters. – 2007. – V.61. – № 1. – P. 79-838.
4. Sayah J. Electronic and Optical Properties of Ramsdellite TiO_2 through mBJPotential / J. Sayah, L. Farh, H. Kouch, A. Challioui//International Journal of Nanoelectronics and Materials. – V. 11. – N. 1. – 2018. – P. 25-32
5. Noami K. Room temperature ferromagnetic behavior in the hollandite-type titanium oxide / K. Noami et al. //Journal of Applied Physics. –2010.–T.107.– №.7.– P. 910.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ АГРОЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ.

Проаналізовано вплив електронно-іонних технологій на біологічні об'єкти, зокрема в рослинництві.

Показана можливість отримання інформації від рослин та рослинної продукції як при їх обробці за допомогою електронно-іонних технологій, так і без неї.

Запропоновано розпочати створення автоматизованих агротехнологічних комплексів з систем аероіонізації в сховищах рослинної продукції з соковитими тканинами.

Потребують доопрацювання автоматизовані системи керування біологічними об'єктами.

Ключові слова: автоматизація, електронно-іонні технології, вплив, біологічні об'єкти, біопотенціали, біотехнічні системи.

Відомі методи отримання інформації від біологічних об'єктів та її подання в аналітичному вигляді, електронно-іонні технології їх обробки, розроблено відповідне обладнання та визначені його параметри і режими роботи.

Це передумови до створення автоматизованих агроелектротехнологічних комплексів з використанням зворотного зв'язку від об'єкта обробки, для чого необхідно активізувати створення відповідних автоматизованих систем керування.

Вивчення впливу електрики на рослини розпочалось ще в 19-му сторіччі [1].

Цей напрям дістав назву електронно-іонні технології (ЕІТ). В рослинництві він використовується як діючи безпосередньо на розвиток чи пригнічення рослин, так і для стимуляції насіння.

Одночасно розробляються алгоритми біокібернетичних систем, зокрема «рослина» - «середовище» [2,3,4].

Ідея створення автоматизованих біотехнічних систем з використанням рослин у якості джерела інформації про умови життєзабезпечення відома.

Використання біоелектричних характеристик у якості об'єктивного критерію функціонального стану рослин створюють передумови для розробки алгоритмів автоматизованої системи керування адаптаційними та продукційними процесами рослин [5].

ЕІТ використовуються в рослинництві за різними напрямками Найбільш відомим є стимуляція насіння.

До методів стимуляції слід віднести електромагнітні поля різного діапазону (γ-випромінювання, рентгенівське, ультрафіолетове, інфрачервоне, НВЧ випромінювання, радіочастотне випромінювання, лазерна обробка, а також постійні електричні та магнітні поля).

Сюди ж відносяться опромінення α та β частинками, іонами, що отримані з використанням різноманітних ізотопів, гравітаційна дія, ультразвукова обробка тощо[6,7,8].

Все це стосується також і посадкового матеріалу. [9].

Електрика, що подається на насіння, має довгостроковий вплив на зростання рослин.

Електрика, яка подається на живі рослини, впливає на фотосинтез.

Електрика може активувати системи антиоксидантного захисту.

Електрика здатна змінювати синтез метаболітів у рослинах.

Електрична прополка, як елемент екологічно чистого землекористування, використовується в сучасних технологіях для боротьби з багаторічними бур'янами, електроімпульсної прополки при обробці парів, Mini-till тощо. [10].

Електрокультура і магнітокультура - дві області досліджень, що вивчають вплив електрики на рослини. На додаток до генерованих електричних полів, магнітокультура спрямована на вплив магнітних полів Землі та атмосфери на рослини. Оскільки електричні заряди регулюють процеси метаболізму в клітинах і тканинах, напрям електрики всередину чи структури рослини може додатково стимулювати ці процеси. При цьому рослини стають більш стійкими до холоду, хвороб та шкідників.

Вплив електрики на процеси метаболізму рослинних клітин також може сприяти зростанню та розвитку рослин залежно від того, як воно застосовується, згідно з дослідженнями, проведеними в 1985 році в Лондоні, вивчався вплив електричного струму на клітини рослин тютюну, вирощених у лабораторних умовах. Результати дослідження показали, що швидкість зростання збільшується або зменшується в залежності від напрямку електричного струму, тобто негативні струми сприяють швидкості зростання, а позитивні струми гальмують. Результати експерименту з'являлися поступово, помітні зміни виявлялися за 10 днів [11].

Електричні властивості матеріалів, які обробляють залежно від вологості відрізняються таким чином:

- матеріали з вологістю до 50% - в їх питомій провідності важливу роль відіграє реактивна складова, діелектрична проникливість та $\text{tg}\delta$;

- матеріали з вологістю 50-85% і більш характеризуються активною електричною провідністю [12].

Всі ці показники можуть використовуватись для отримання інформації про стан об'єкта.

Ще одним важливим показником, що надає інформацію про властивості розчинів є окислювально-відновлювальний потенціал (ОВП).

Існує практика користуватися поняттям «Біопотенціал» (БП). При

цьому використовується залежність

$$БП = 820 - ОВП, мВ.$$

ОВП може використовуватись для отримання інформації про стан рослинної продукції з соковитими тканинами.

Встановлено, що ОВП знижується при деяких видах обробки пов'язаних електрообробкою рослинної продукції з соковитими тканинами і підвищується при її зберіганні. Вивчення цього процесу дало змогу отримувати оперативну інформацію про стан рослинної продукції з соковитими тканинами, а відтак коригувати режими під час обробки та прогнозувати терміни зберігання.

Це сприяє розробці відповідних методів та технологій.

Спосіб зберігання рослинної сировини з соковитими тканинами за допомогою електроаероіонізаційної обробки передбачає вимірювання біопотенціалів протягом всього терміну зберігання. Це дає інформацію про ефективність обробки. Зміна біопотенціалу об'єкта обробки свідчить про поглинання ним енергії. Припинення цієї зміни означає недоцільність подальшої обробки. Якщо подальше вимірювання засвідчить зміну біопотенціалу в зворотному напрямку, це дасть сигнал про доцільність подальшої обробки [13].

Разом з тим вимірювання ОВП дає можливість визначати здатність рослинної сировини з соковитими тканинами до зберігання, а відтак черговість її реалізації [14,15,16,17].

На прикладі рослинної продукції з соковитими тканинами отримані аналітичні залежності, які описують вплив режимів обробки та тривалості зберігання біологічного об'єкта на ефективність цього процесу. Відтак розроблені передумови створення системи керування біологічними об'єктами з використанням зворотного зв'язку від об'єкта обробки та зберігання. [18,19].

Аналогічні роботи ведуться і в тваринництві, де розробляються біотехнічні системи «людина» - «тварина» - «машина» [20].

Створення автоматизованих біотехнічних можна розпочати з сховищ рослинної продукції з соковитими тканинами, в яких застосовується аероіонно-озонна обробка. Передумовою цього є обсяг уже виконаних досліджень.

Отримано аналітичну залежність концентрації аероіонів в міжелектродних проміжках електрокоронних голчастих іонізаторах з плоско-паралельними електродами від напруги, яка прикладається до електродів, відстані між електродами, відстані від електрода що коронує, середнього заряду аероіона, його рухливості, а також крутості вольт-амперної характеристики та початкової напруги коронного розряду.

Експериментально одержані залежності питомої крутості вольт-амперної характеристики та початкової напруги коронного розряду від відстані між електродами та питомої кількості голок на електроді, що коронує.

Встановлено, що в діапазоні (45-80) % відносна вологість повітря не впливає на крутість вольт-амперної характеристики та початкову напругу коронного розряду.

Встановлено, що аероіонна обробка не впливає на зміну вмісту сухих розчинних речовин, цукрів, вітаміну С та кислотності в плодах.

Отримані аналітичні залежності, що описують біологічні процеси в рослинній продукції з соковитими тканинами при її зберіганні та аероіонній обробці, що є теоретичним підґрунтям для створення єдиної системи із зворотнім зв'язком, яка складається з технічного засобу (обладнання для іонізації) та біологічного об'єкта (рослинної продукції з соковитими тканинами, що зберігається).

В результаті вивчення впливу аероіонної обробки на біопотенціал рослинної продукції з соковитими тканинами отримані залежності цих біопотенціалів від тривалості обробки та зберігання. Запропонована методика визначення коефіцієнтів, які входять до цих залежностей, а саме: усталених значень біопотенціалів та сталих тривалості обробки та зберігання як обробленої, так і необробленої продукції.

Визначена залежність між тривалістю та інтенсивністю аероіонної обробки.

Отримані залежності для визначення ефективності зберігання обробленої та необробленої продукції.

Отримані залежності для розрахунків тривалості обробки в залежності від потенційної здатності продукції до зберігання; інтенсивності обробки, що виражається через концентрацію аероіонів; властивостей матеріалу, який обробляється, що виражається через швидкість зміни біопотенціалів при обробці та зберіганні; а також бажаної ефективності зберігання.

Запропонована еквівалентна схема об'єкта при аероіонній обробці та зберіганні.

Розроблена методика, яка дозволяє визначати опір рослинної продукції з соковитими тканинами під час її обробки в проміжку між електродами електрокоронного іонізатора, для моделювання процесу обробки РС– ланкою та енергетичної оцінки процесу аероіонної обробки.

Встановлено, що опір рослинної продукції з соковитими тканинами під час обробки її в полі коронного розряду можна вважати лінійним. Для картоплі, розташованої насипом, питомий опір складає близько $2 \cdot 10^8$ Ом·м.

Виконана енергетична оцінка процесу аероіонної обробки.

Запропоновано аналог коефіцієнта корисної дії іонізатора.

Обґрунтовано вибір тривалості аероіонної обробки в залежності від завантаженості установки для аероіонної обробки. Одержано вираз для визначення потужності, яка поглинається об'єктом при аероіонній обробці, що дає змогу зв'язати режими обробки з енергетичним станом об'єкта обробки, вираженим через його біопотенціал. Встановлено, що мінімальна тривалість обробки повинна складати 0,69, а максимальна – 3 сталі тривалості обробки. При необхідності обробити велику партію продукції в

найкоротший час з найвищою загальною ефективністю, тривалість обробки повинна складати близько 1,23 сталих тривалості обробки.

Експериментально підтверджено теоретичні залежності окислювально-відновлювального потенціалу рослинної продукції з соковитими тканинами від енергетичної дії аероіонної обробки та умов зберігання.

Розроблена методика вимірювання біопотенціалів рослинної продукції з соковитими тканинами з використанням іоніметрів типу ЭВ74, И135 тощо. Встановлено, що такі вимірювання треба виконувати з шестиразовою повторністю. Вимірювання повинні тривати 3 – 6 хв. Розроблені вихідні вимоги на прилад для визначення режимів аероіонної обробки.

Досліджено вплив тривалості та інтенсивності аероіонної обробки, а також подальшого зберігання на біопотенціал рослинної продукції з соковитими тканинами. Встановлено експоненціальний характер зміни біопотенціалів при обробці та зберіганні рослинної продукції з соковитими тканинами. Розходження між розрахованою та заміряною величиною ОВП при обробці склало 0,56 %. Похибка між спрогнозованим та справжнім значенням ОВП після 54 діб зберігання складає 2,88 %.

Апроксимація експериментальних даних експоненціальною залежністю дає коефіцієнт кореляції 0,997 – 0,999. Встановлено, що стала тривалості обробки рослинної продукції з соковитими тканинами складає 10 – 15 хв, а стала тривалості зберігання (15 – 20) діб.

Запропоновано спосіб експериментального визначення режимів аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами, що базується на здатності рослинної сировини з соковитими тканинами змінювати свій біопотенціал при обробці та зберіганні.

Розроблена методика визначення режимів аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами.

Виконана перевірка ефективності режимів аероіонної обробки, визначених за допомогою вимірювання біопотенціалів. Одноразова обробка картоплі сорту “Світанок” після обробки впродовж 20 хв при концентрації аероіонів $8 \cdot 10^{12} \text{м}^{-3}$ після зберігання впродовж 6,5 місяців в виробничих умовах дозволила зменшити втрати по відношенню до необробленої картоплі на 19 %.

Розроблений метод прогнозування потенційної лежкості рослинної продукції з соковитими тканинами.

Досліджені взаємозалежності між конструкційними параметрами електрокоронних іонізаторів та їх продуктивністю, які необхідні для розрахунку робочих органів установок для аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами.

Отримано залежності коефіцієнтів екранування голок в системі плоско-паралельних електродів від напруги, яка прикладена до електродів та відстані між електродами.

Отриманий вираз для визначення такої питомої кількості голок на електроді, що коронує, яка відповідає максимальному іоноутворюючому

струму.

Визначено залежності концентрації аероіонів від робочої напруги коронного розряду, відстані між електродами та питомої кількості голок.

Отримано вирази для визначення такої відстані між електродами, яка відповідає максимальному іоноутворюючому струму.

Отримано вирази для визначення такої відстані між електродами та питомої кількості голок, що відповідають максимальній концентрації аероіонів.

Отримано залежності відстані між електродами та кількості голок на електроді, що коронує, які відповідають максимальній продуктивності технологічного вузла для аероіонної обробки.

Встановлено, що для досягнення максимальної іонної продуктивності електрокоронного іонізатора питома кількість голок повинна знаходитися в межах (30-140) м-2, а відстань між електродами – (0,22-0,3) м.

Обґрунтована можливість використання системи активного вентилявання для періодичної аероіонної обробки. Встановлено, що її продуктивність (17 – 150, або в середньому 58 м3/год на 1 т) дозволяє використовувати наявне обладнання без додаткового переобладнання.

Встановлено, що аероіонна обробка, окрім відомого позитивного впливу на рослинну продукцію з соковитими тканинами, що зберігається, зменшує також негативний вплив активного вентилявання, викликаний підвищенням інтенсивності дихання, що властиво при посиленні повітрообміну.

Визначені показники, які характеризують роботу аероіонізатора в повітропроводах, а саме: швидкість повітря при вході в насип, стала відстані аероіонізації, співвідношення між концентрацією аероіонів в зоні обробки та на виході з генератора, коефіцієнт рекомбінації. Це дозволяє встановити потрібну тривалість роботи іонізатора та товщину шару картоплі, в якому аероіонна обробка буде ефективною.

Отримано вирази для розрахунків обладнання для аероіонної обробки в сховищах при транспортуванні аероіонів до об'єкта обробки. Запропонована конструкційно-технологічна схема аероіонізатора для картоплесховищ.

Встановлено, що аероіонізатор повинен встановлюватись при вході повітря в насип.

Встановлено, що при робочій напрузі $3 \cdot 10^4$ В на відстані 2 м від іонізатора концентрація аероіонів буде $6,4 \cdot 10^{10}$ м-3. Такий іонізатор може забезпечити ефективність обробки 0,9 за 17 год.; 0,99 за 34 год. при загальній тривалості роботи системи активного вентилявання близько 500 год.

Розроблена методика розрахунку електрокоронного іонізатора у відповідності до режимів аероіонної обробки та необхідної продуктивності обладнання.

Розроблені рекомендації по використанню аероіонізації для покращення лежкості картоплі в сховищах з активним вентиляванням.

Розроблено стандарт Мінагрополітики України на іонізатори повітря

для сховищ рослинної продукції з соковитими тканинами.

Отримані вирази для визначення потужності електрокоронного іонізатора.

Виконана енергетична оцінка процесу іоноутворення.

Розроблена номограма для визначення площі електродної системи та потужності джерела живлення в залежності від кількості продукції, що обробляється, тривалості обробки, питомої маси продукції, що обробляється та концентрації аероіонів під час обробки.

Розроблена методика розрахунку джерела живлення електрокоронного іонізатора повітря.

Розроблена номограма вибору напруги джерела живлення аероіонізатора в залежності від відстані між електродами, питомої крутості вольт-амперної характеристики та початкової напруги коронного розряду.

Запропонована еквівалентна схема джерела високої напруги з помножувачем напруги.

Розроблена методика розрахунку помножувача напруги для джерела живлення аероіонізатора.

Визначені вимоги до джерел високої напруги, що живлять електрокоронні іонізатори.

Розроблена методика визначення впливу аероіонної обробки на якість зберігання продукції рослинництва.

Складена методика обробки результатів експериментальних даних.

Встановлено, що при одноразовій аероіонній обробці рослинної продукції з соковитими тканинами найвищій ефективності (найнижчим втратам продукції) відповідає обробка протягом 110 хв при концентрації аероіонів $4 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-3}$.

При щоденній періодичній аероіонній обробці тривалість обробки можна скоротити до 5 хв.

Отримано експериментальні залежності ефективності обробки від її тривалості та періодичності.

На основі експериментальних залежностей отримані вирази для визначення раціональних режимів обробки (тривалості та періодичності обробки, а також концентрації аероіонів при достатній ефективності обробки).

Розроблено та затверджено вихідні вимоги на електроіонізатор рослинної продукції та прилад для визначення режимів аероіонної обробки.

Розроблена математична модель для визначення режимів періодичної аероіонної обробки рослинної продукції з соковитими тканинами в сховищах з активною вентиляцією, яка одночасно використовується для транспортування аероіонів від іонізатора до об'єкта обробки. Критерієм оптимізації при цьому буде максимальна ефективність зберігання, що виражається через мінімум втрат.

Розроблено алгоритм розрахунків запропонованої моделі.

Запропонована методика визначення режимів періодичної аероіонної

обробки рослинної продукції з соковитими тканинами в сховищах з активним вентиляванням.

Отримані залежності біопотенціалів картоплі від тривалості зберігання, тривалості та інтенсивності обробки її в сховищах з активною вентиляцією. Визначені сталі тривалості зберігання та обробки, а також стала інтенсивності обробки картоплі в сховищах.

Аналіз динаміки біопотенціалів показує, що при виборі режимів обробки треба намагатися підтримувати, по можливості, мінімальне поточне значення біопотенціалів. Періодична аероіонна обробка повинна виконуватись рівномірно протягом всього періоду зберігання.

Встановлено, що при тривалості роботи системи активного вентилявання не менше ніж 2 год., інтервал між обробками не повинен перевищувати 9 діб.

Розроблені вихідні вимоги на іонізатор, суміщений з системою активної вентиляції.

Розроблено способи зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами з використанням аероіонної обробки та пристрій для аероіонної обробки продукції перед зберіганням.

Розроблено, виготовлено та введено в дію суміщений з наявною системою активного вентилявання електрокоронний іонізатор в картоплесховищі на 2000 т (ТП 813-15-72) дослідного господарства «Немішаєве» Інституту картоплярства.

Розроблене технічне завдання, згідно якого Сумським ВАТ «SELMI» виготовлений блок живлення для аероіонізаторів картоплесховищ БВ-30.

Виконана виробнича перевірка іонізатора суміщеного з системою активного вентилявання.

Термін окупності обладнання буде 3,5 р, коефіцієнт ефективності капітальних вкладень – 0,28.

Технологію зберігання рослинної сировини з соковитими тканинами реалізовано в республіці Молдова на підприємстві GOSPODARIA TARANEASKA при зберіганні 500 т яблук з 22.10.2012 р. по 23.04.2013 р. втрати скоротились з 30 % до 12 %.

В результаті отримана та апробована технологія зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами за допомогою іонізованого повітря з використанням вимірювання біопотенціалів цієї продукції для визначення та коригування режимів її обробки [21].

Визначені раціональні режими такої обробки цукрових буряків [22] картоплі, моркви, капусти, часнику, цибулі, яблук, полуниці, винограду, цитрусових тощо [23, 24,], черешні [25].

Випускаються холодильники з вбудованими іонізаторами, що свідчить про сумісність ЕІТ з традиційними технологіями зберігання. [26].

Один із варіантів автоматизованої системи керування біологічними об'єктами:

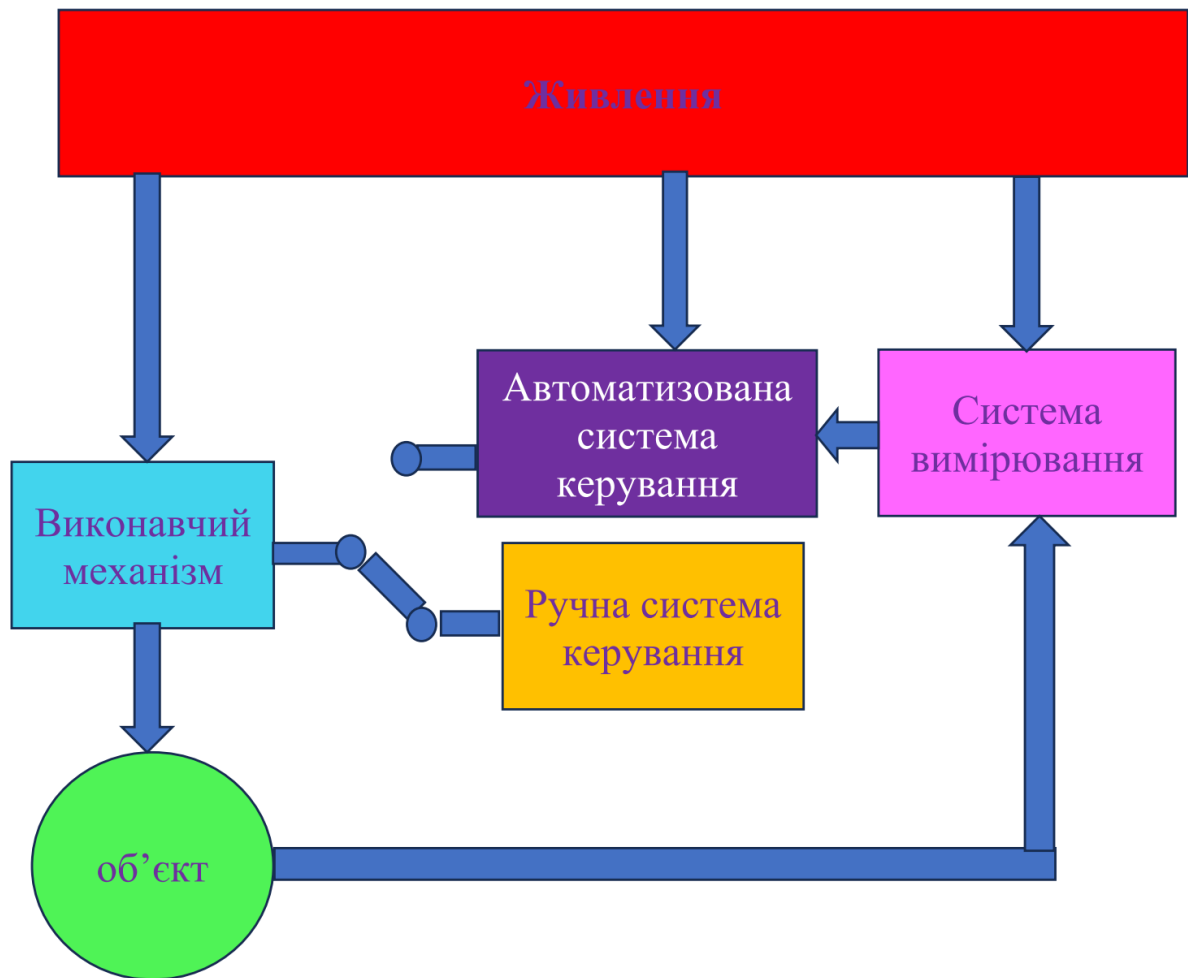


Рис. 1. Схема автоматизованої системи керування біологічними об'єктами.

Аналіз схеми автоматизованої системи керування біологічними об'єктами показує, що першочерговим завданням є розробка схем керування, усі передумови для цього наявні, а саме: є способи та прилади для отримання інформації від біологічних об'єктів, а також аналітичні залежності, що описують процеси зміни стану об'єкта обробки як в процесі впливу на нього засобами ЕІТ, так і при відсутності останнього. Встановлено залежності між режимами обробки плодоовочевої продукції засобами ЕІТ та потенційною її здатністю до зберігання.

Висновки.

1. На часі розробка автоматизованих систем керування біологічними об'єктами.
2. Найбільш придатні до створення такої системи ЕІТ зберігання рослинної продукції з соковитими тканинами.
3. Наявні технічні засоби для забезпечення відповідних режимів обробки.
4. Розроблені методи отримання інформації від біологічних

об'єктів.

5. Визначені раціональні режими згаданих технологій.

6. Отримані аналітичні залежності, які поєднують опис процесів обробки та відповідних змін при цьому.

Список літератури.

1. <https://tehtron.livejournal.com/29709.html>
2. [Никифорова Л.Є. Концепція створення автоматизованих біотехнічних систем у рослинництві // Енергетика і автоматика. – 2019. – № 4. – С. 80-90.]
3. Мартыненко И. И., Мартыненко А. И. Принципы построения биоклибернетических систем управления микроклиматом в теплицах. Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф., Минск. НПО «Белсельхозмеханизация» Автоматизация производственных процессов в сельском хозяйстве. М., 1989. С. 60–62.
4. Мартыненко И. И., Сикора Л. С., Мартыненко А. И. Информационно-ресурсная модель биосистемы растение–среда. Тез. науч.-техн. конф. НПО «Белсельхозмеханизация» Моделирование сельскохозяйственных процессов и машин. Минск, 1994. С. 4–5.
5. Мартыненко И. И., Мартыненко А. И. Энерго- и ресурсосберегающее управление микроклиматом в теплицах с использованием информации от растений. Сб. докл. Третий съезд ассоциации инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике (АВОК) М., 1993. С. 133–135.
6. Музиченко В. А. Досвід та перспективи використання електромагнітних стимуляторів в насінництві. XXVII International Scientific and Practical Conference «Multidisciplinary Prague, Czech Rpublic July 12 – 15, 2022, P.24-26.
7. [3]. Червінський Л.С. Підвищення урожайності тепличних культур на основі використання електротехнологій активації насіння / Л.С. Червінський, В.В. Ликтей // Енергетика і автоматика. - 2012. - № 3. - С.49 - 52.
8. [4]. Кутис С. Д., Кутис Т. Л. Электромагнитные технологии в растениеводстве. часть 1. Электромагнитная обработка семян и посадочного материала.– Издательские решения, 2017. 76 с.
9. Обґрунтування технологічних параметрів передпосівної обробки картоплі високовольтним електричним полем [Електронний ресурс] / М. П. Дудіна, В. Б. Гулевський, А. Б. Чебанов. // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2018. Вип. 8, Т. 2.
10. Юдаев И. В. Электроимпульсная энергосберегающая технология борьбы с сорной растительностью: Автореф. Дис. ... докт. техн. наук. 05.20.02. М.: 2012. 36 с.
11. <https://tehtron.livejournal.com/29709.html>
12. <https://mehanik-ua.ru/lektsii-po-tekhnicheskim-temam/1737-elektrichnij->

strum-v-elektrotekhnologiyakh-silskogospodarskogo-virobnitstva.html

13. Патент 10574А Україна, МПК⁵ А23L 3/32. Спосіб зберігання рослинної сировини з соковитими тканинами / М. О. Корчемний, В. А. Музиченко, О. Ю. Синявський; заявл. 30.07.93; опубл. 25.12.96. Бюл. № 4.

14. Пат. 121162 Україна, МПК (2020.01) А01F 25/00 G01N 33/483. Спосіб визначення потенційної лежкості рослинної продукції з соковитими тканинами [Текст] / Музиченко В. А. заявл. – 28.09.2018; опубл. 10.04.2020, Бюл. № 7. – 4 с.

15. Спосіб контролю плодоовочевої продукції під час зберігання. Деклараційний патент на корисну модель, МПК А23L3/32 (2006.01), А23В7/015 [Текст] / Іноземцев Г.Б., Окушко О.В. – № 80511; заявл. 01.07.2011; опубл. 10.06.2013; Бюл. № 11.

16. Окушко О.В. Біоелектричний потенціал як показник динаміки зміни якості при зберіганні сільськогосподарської продукції / О.В. Окушко // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2005. – №1. – С. 49 – 52.

17. Пат.56552U Україна, МПК А23L 3/32, G01N 33/02. Спосіб прогнозування лежкості плодоовочевої продукції. Іноземцев Г.Б., Окушко О.В. (Україна). Заявлено 03.06.2008, Опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2. – 3 с.

18. Музиченко В. А. Визначення стану біологічного об'єкта при зберіганні після обробки. *Енергетика і автоматика*. 2013. № 2. С. 75-81. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eia_2013_2%2816%29_13

19. Volodymyr Moozychenko. Determination of Influence of Modes of Storage Products in its Condition [Text] / Volodymyr Moozychenko // ТЕКА An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin -Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 3. 19–25.

20. Биотехническая система производства молока: теория и практика [Текст] : монография / Фененко А. И. ; под ред. д-ра техн. наук, проф., акад. НААН Адамчука В. В. ; Нац. акад. аграр. наук Украины, Нац. науч. центр "Ин-т механизации и электрификации сел. хоз-ва". - Глеваха ; Нежин : Лысенко Н. М. [изд.], 2014. - 190 с.

21. Музиченко В. А. Підсумки досліджень впливу аероіонної обробки на лежкість рослинної продукції. Тези II міжнар. науково-практична конф. Актуальні питання енергетики та біотехнологій. 18 – 19 трав. 2017 р. Бережани, 2017. С. 46–47.

22. <http://www.ukrsugar.com/uk/post/metod-bezpecnogo-zberiganna-cukrovih-burakiv-iz-vikoristannam-ionno-ozonnoi-sumisi>,

23. <https://www.deodor.com.ua/blog/blog-ozonirovanie/rastenievodstvo-primenenie-ozona-primenitelno-k-ovoshham-i-fruktam>

24. <https://agrovektor.com/ua/art/2290-primenenie-ozonovyh-tehnologiy-dlya-uvelicheniya-dlitelnosti-hraneniya-svezhih-yagod-ovoschey-i-fruktov.html>

25. Степаненко Д. С., Тарусова Н. В., Гогунская П. В. Применение

электронно-ионной технологии для хранения плодов. Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. 2011. № 1. С. 66–73.]

26. Холодильник з іонізатором: Переваги і недоліки
<http://homeidealist.gorenje.ua/air-ionizator-in-refrigerator/>

УДК 620.91:338.23

Снігур Т.М., інженер.

Білоцерківський національний аграрний університет

ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ, ОБЛІКУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОВИКОРИСТАННЯМ.

Поступовий перехід ОРЕ України від моделі ринку «єдиного покупця» до лібералізованого ринку електричної енергії вимагатиме формування відповідного інформаційного забезпечення розрахунків за електричну енергію. Йдеться про принципово нові підходи до визначення даних комерційного обліку в умовах, коли ціна на електроенергію складається з цін на певний асортимент товарів електроенергетичного виробництва та вартості допоміжних послуг, в першу чергу – з балансування ринку, які продаються та купуються на ринкових засадах. В цих умовах висуваються принципово нові вимоги до технічних і програмних засобів, які формують дані для розрахунків за електроенергію, а також до регламентів їхньої побудови, впровадження і застосування.

Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) призначена для збору, обробки та аналізу даних про електроспоживання підприємства. Впровадження АСКОЕ дозволяє підвищити енергоефективність, знизити втрати електроенергії та оптимізувати витрати підприємства.

Ключові слова: Автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ), датчики, лічильники, вимірювальні комплекси, сонячні електричні станції, вітрові електричні станції.

Постановка проблеми.

Інформаційне забезпечення розрахунків за електричну енергію в ОРЕ України формується АСКОЕ, які створюються у суб'єктів енергоринку відповідно.

Впровадження АСКОЕ є особливо актуальним у зв'язку з поступовим залученням у структуру ОЕС України потужних поновлюваних джерел енергії, зокрема ВЕС і СЕС, які непередбачувано впливають на добовий графік навантаження. Особливі вимоги щодо встановлення вимірювального обладнання, точності вимірювання та переліку даних, які мають бути доступними (коли вітрову та фотоелектричну електростанції потужністю від 150 кВт приєднано до електромереж загального призначення), визначено в таких джерелах: «Інструкція про порядок комерційного обліку електроенергії» (додаток 10 до Договору між членами Оптового ринку електричної енергії);

«Правила взаємовідносин між Державним підприємством «Національна енергетична компанія «Укренерго» та суб'єктами (об'єктами) електроенергетики в умовах паралельної роботи в складі Об'єднаної енергетичної системи України»; ПТЕ. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила; ГKD 34.20.507-2003. У стандарті IEC 61400-25-2 зазначено сигнали для обміну інформацією із СЕС та ВЕС. Для обміну інформацією з електростанцією має використовуватися пакет протоколу IEC 61400-25-4 Додаток D (IEC-60870-5-104), для забезпечення зв'язку між електростанцією та як мінімум двома комунікаційними вузлами.

НКРЕ постановою від 27.02.2014 N 170 затвердила «Порядок продажу, обліку та розрахунків за електричну енергію, що вироблена з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики (генеруючими установками) приватних домогосподарств», який регулює відносини між побутовим споживачем електроенергії та енергопостачальником, який здійснює постачання електроенергії за регульованим тарифом на території провадження ліцензійної діяльності. Постанову зареєстровано в Міністерстві юстиції 26.05. 2014 р. за № 539/25316.

Упродовж усіх років існування система АСКОЕ удосконалювалася та продовжує розвиватися далі.

Разом з побудовою АСКОЕ створювалися та впроваджувалися первинні та вторинні датчики і прилади для АСКОЕ. Зокрема, розроблено цифрові системи вимірювання якості електричної енергії типу ЦСИКЭ (клас точності 0,2), аналізатори напруг та струмів у електромережах типу «АНТЭС АК-3Ф» (клас точності 0,5), лічильники трифазні електронні багатофункціональні «ZET» (клас точності 0,2S) та «ET» (клас точності 0,5S і 1,0). Лічильники прямого включення (клас точності 0,5; 1,0; 2,0). Робочі еталони 1, 2, 3 розрядів (клас точності 0,2; 0,1, 0,05; 0,02). Мобільна метрологічна установка для перевірки засобів вимірювання параметрів якості електроенергії. Впроваджено також однофазні та трифазні джерела напруг і струмів (0,001 – 200 А) для автоматизованого задання робочих струмів, напруг і кутів зсуву фаз; трифазний калібратор напруг і струмів ДНСТ-3; стаціонарна автоматизована метрологічна установка на струм до 120 А; трифазні трансформаторні електролічильники типу ET класів точності 0,2S; 0,5S; 1,0; та 2,0, які крім обліку електроенергії вимірюють показники її якості; унікальна стаціонарна міра для нормування показників якості електроенергії тощо.

З 01.01. 2014 р. набув чинності Закон України від 24.10. 2013 р. № 663-VII «Про засади функціонування ринку електричної енергії України», який вимагає нових підходів до організації комерційного обліку електроенергії та метрологічного забезпечення для організації роботи ринку двосторонніх договорів і балансуєного ринку.

З метою визначення правил здійснення комерційного обліку електроенергії, установлення процедур виконання вимірювання, реєстрації, формування та валідації даних комерційного обліку, установлення вимог до

побудови та експлуатації вимірювальних комплексів, визначення прав та обов'язків суб'єктів ринку при забезпеченні організації комерційного обліку електроенергії під керівництвом НКРЕ України, Міжвідомчої комісії з координації роботи, пов'язаної з реалізацією Концепції функціонування та розвитку оптового ринку електричної енергії України та за допомогою консультантів консорціуму КЕМА-ЕСА розроблено проект нормативного документу під назвою «Кодекс комерційного обліку електричної енергії», який розміщено на офіційному веб-сайті НКРЕ (перебуває на стадії обговорення).

У Проекті Кодексу передбачаються чіткі правила організації комерційного обліку виробництва, передавання та споживання електроенергії для ефективного ведення розрахунків у реформованому ринку, установлює мінімальні технічні та організаційні вимоги до проведення вимірювань і реєстрації обсягів електроенергії та потужності. Також проект Кодексу містить положення щодо встановлення, випробування, технічного обслуговування та експлуатації вимірювальних комплексів і систем комерційного обліку електроенергії, визначає вимоги до точності вимірювань і вимоги до проведення перевірок вимірювальних комплексів та систем.

ПКЕЕ дозволяють електропередавальним компаніям - постачальникам за регульованим тарифом провадити власну технічну політику із створення інтегрованої АСКОЕ постачальників і споживачів для досягнення стратегічної мети – побудови надійного повномасштабного багатофункціонального інструментарію для здійснення точного й достовірного обліку електроенергії, контролю поточних та інтегральних параметрів режимів електроспоживання і складання електроенергетичних балансів електроенергетичних компаній в автоматизований спосіб для забезпечення керування режимами електроспоживання кінцевих споживачів.

Усі засоби вимірювальної техніки, які застосовуються для АСКОЕ (трансформатори напруги, трансформатори струму, лічильники електроенергії з інтегрованими пристроями перетворення та обліку) мають бути занесеними до Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, допущених до застосування в Україні (Держреєстр України), та у встановленому порядку пройти державну повірку або державну метрологічну атестацію засобів вимірювальної техніки, які виготовляються або ввозяться на територію України одиничними зразками.

Багатофункціональні електронні лічильники електроенергії на відміну від індукційних та звичайних електронних лічильників не лише вимірюють електричну енергію, а й оброблюють вимірювальну інформацію, обчислюють параметри енерговикористання та зберігають їх у первинній базі даних (ПБД). Доступ до ПБД забезпечується через цифрові комунікаційні інтерфейси багатофункціональних електронних лічильників електроенергії за допомогою оригінальних протоколів виробників цих лічильників.

Багатофункціональні електронні лічильники електроенергії окремих виробників мають різну структуру ПБД, відповідні формати зберігання та

передавання параметрів енерговикористання, різні комунікаційні протоколи тощо, що заважає ефективному застосуванню цих лічильників в АСКОЕ. Разом з тим в Україні не прийнято нормативно-правових документів щодо уніфікації вимог до багатофункціональних електронних лічильників та інших приладів обліку електроенергії (пристроїв збирання та передавання даних).

Уніфікація є не лише заощадженням коштів, зокрема під час розроблення та побудови АСКОЕ, а й ефективним шляхом підвищення технологічності, рівня сумісності, розширення функціональних можливостей та забезпечення достовірності інформації.

Вибір та обґрунтування системи АСКОЕ для підприємства

При виборі системи АСКОЕ необхідно врахувати наступні фактори:

- відповідність вимогам чинних нормативних документів (ДСТУ, ПУЕ, Кодекс комерційного обліку електроенергії України);
- можливість інтеграції з існуючими інформаційними та автоматизованими системами підприємства;
- підтримка багатотарифного обліку для оптимізації витрат;
- дистанційний моніторинг та керування параметрами електроспоживання;
- захист від несанкціонованого доступу та втручання в показники обліку;
- можливість масштабування системи при розширенні виробництва.

Для забезпечення ефективного комерційного обліку на підприємстві пропонується застосування багаторівневої структури АСКОЕ:

Рівень вимірювань – електронні лічильники з вбудованими модулями передачі даних (Modbus, RS-485, PLC, GPRS);

Рівень збору та обробки даних – контролери збору інформації (Data Concentrator Units – DCU) або програмні шлюзи;

Рівень управління та аналізу – серверна частина з базою даних та програмним забезпеченням (SCADA-системи або спеціалізовані програми для АСКОЕ, такі як «EnergoSoft» або «Meter Data Management»).

На основі аналізу ринку пропонується використовувати наступне обладнання:

Лічильники електроенергії: багатофункціональні пристрої класу точності 0,5S (наприклад, НІК 230, CE301, ABB A44, Schneider Electric iEM3255);

Засоби зв'язку: GPRS-модеми, Ethernet-концентратори або бездротові передавачі LoRaWAN;

Серверні рішення: сервери збору та обробки даних з підтримкою SQL або інших баз даних;

Програмне забезпечення: спеціалізовані SCADA-системи (наприклад, «АСКОЕ-КОМПЛЕКС», «EnergyLink» або «EasyMetering»).

Переваги впровадження АСКОЕ

Підвищення точності обліку та зменшення втрат електроенергії;

- Можливість оперативного аналізу енергоспоживання та прогнозування витрат;
- Оптимізація графіка навантажень та використання багатотарифних режимів;
- Забезпечення автоматичного звітування перед постачальниками електроенергії;
- Захист від несанкціонованих підключень та шахрайства.

Окупність системи АСКОЕ залежить від масштабів підприємства, але середній термін повернення інвестицій складає 1,5–3 роки завдяки зниженню штрафів за перевищення лімітів електроспоживання, оптимізації використання потужностей та зменшенню втрат.

Впровадження системи АСКОЕ на підприємстві дозволить значно підвищити ефективність управління електроспоживанням, знизити витрати та підвищити надійність електропостачання цеху вентиляції та комунікацій.

Список літератури.

1. Стаднік М. І., Видмиш А. А., Штуць А. А., Колісник М. А. «Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 332 с.
2. Кодекс комерційного обліку електричної енергії: затверджено постановою НКРЕКП від 14.03.2018 р. № 311 в редакції постанови НКРЕКП від 20.03.2020 р. № 716. 102 с. URL: <https://www.nerc.gov.ua/index.php?id=50477>
3. Андрієнко Б. Я., стаття «Теоретичний зміст поняття «смарт-енергосистема»
4. Електроніка та мікросхемотехніка, електронний посібник: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/enf/etem_1/3/index3.html
5. Науковий журнал Технічні науки та технології: <http://tst.stu.cn.ua>
6. Рекомендація ITU-R M.1645, «Основи та загальні цілі майбутнього розвитку...»
7. К. Хулі, С. Тілакавардана, Дж. Лара, Дж. П. Кермоал, С. Пфлетчінгер, "Гнучкий спектр..."
8. К. Допплер, Хе Сяобень, К. Вайтінг, А. Соррі, "Адаптивне м'яке повторне використання для покращеного реле..."
9. М. Стернард, Т. Свенссон, Г. Кланг, «Концепція МАС системи WINNER V3G», IEEE Vehicul...

УДК 621.311

Куліковський О.В., магістр.

Науковий керівник: Червінський Л.С., доктор технічних наук,
професор.

Національний університет біоресурсів і природокористування України.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ ІЗОЛЯЦІЇ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ АПК.

Актуальність. Складні умови експлуатації електричних мереж обумовлюють виникнення аварій, що часто стають причиною не тільки економічних втрат, але й людських жертв. В більшості випадків пошкодження відбувається не відразу, а після тривалої дії несприятливого чинника. На сьогоднішній день найбільш ефективним засобом підвищення надійності роботи енергетичного обладнання є впровадження методів і засобів оперативної діагностики стану ізоляції.

Об'єкт дослідження: Ізоляція електроенергетичного обладнання АПК.

Основні матеріали дослідження. Діагностування та ремонт силового електротехнічного обладнання сьогодні стає звичайним технічним заходом підвищення надійності і якості електроспоживання. В той же час актуальною є розробка нових методів діагностування, що відповідають сучасним вимогам, і повною мірою використовували б можливості новітніх «розумних» технологій по визначенню факторів впливу на стан ізоляції електротехнічного обладнання (Рис.1).

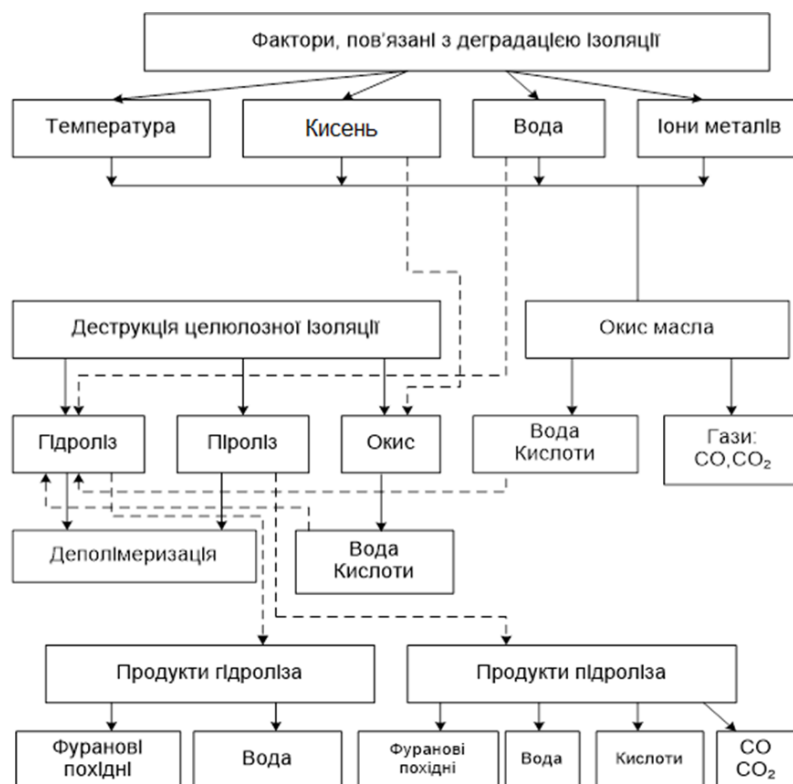


Рис. 1. Фактори , що спричиняють пошкодження ізоляції.

Найбільш ефективними, в попередженні аварій обладнання, є мікропроцесорні системи безперервного контролю і діагностики, які використовують комплекс відповідних сенсорів.

Характерним для таких систем завданням є - виявлення на ранній стадії розвитку небезпечних для обладнання дефектів безпосередньо під час роботи, а також обробка, аналіз і відображення параметрів стану обладнання (його ізоляції) в зручному для експлуатаційного персоналу вигляді. Тому актуальним є завдання вдосконалення існуючих і розробки нових методів та засобів діагностування паперово-масляної ізоляції енергетичного обладнання, які можуть бути використані при побудові алгоритмів функціонування мікропроцесорних систем контролю стану обладнання.

Висновки. Системи безперервного контролю ізоляції покликані забезпечити зниження аварійності в енергосистемах, а також накопичення даних, необхідних для вдосконалення системи діагностування, автоматизацію вимірювань і аналізу, зменшення об'єму робіт персоналу, зниження впливу людського чинника, автоматичного запису і зберігання даних вимірювань, виявлення тенденцій і швидкості зміни параметрів і своєчасного отримання сигналів про відхилення як черговим персоналом підстанції, так і службами діагностики підприємств. Вони повинні дозволити планувати ремонти обладнання і при необхідності проводити термінове відключення об'єктів, що знаходяться в перед аварійному стані. Проте забезпечити такі високі вимоги здатні пристрої, що базуються на методах, які дозволяють з необхідною точністю вимірювати основні характеристики ізоляції

Список літератури.

1. Рубаненко О.Є. Високовольтні вводи. Конструкція, експлуатація, діагностика і ремонт : монографія / О. Є. Рубаненко, О. І. Гуменюк – Вінниця: ВНТУ, 2011.–183 с.
2. Гобрей Р. М. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. / Р. М. Гобрей, О. Є. Рубаненко, В. Л. Таловер'я – К.: «НТУКЦ АсЕлЕнерго» – 2008.–528 с.
3. Гобрей Р. М. Технічне діагностування, випробування та вимірювання електрообладнання в умовах монтажу, налагоджування і в експлуатації. / Р.М. Гобрей, Г. В. Шинкаренко, Г. М. Коліушко Г. М., Коліушко Д. Г., Болдирев О. М., - К.: «ДП НТУКЦ», – 2011. – 1008 с.

УДК 621.311

Вельгоша М. А., студент 4 курсу.

Білоцерківський національний аграрний університет.

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

Уманський національний університет.

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ЦЕХУ З ВИРОЩУВАННЯ БРОЙЛЕРІВ.

Ключові слова: електрифікація, бройлерний цех, вентиляція, електропривід, мікроклімат, економічна ефективність.

Актуальність дослідження.

Актуальність кваліфікаційної роботи зумовлена необхідністю забезпечення оптимального мікроклімату в птахівничих приміщеннях, що є критично важливим для підвищення продуктивності, життєздатності птиці та зменшення витрат кормів. Параметри мікроклімату, такі як температура, вологість, рухливість та чистота повітря, безпосередньо залежать від ефективності систем вентиляції та опалення.

Через неправильно розраховані системи опалення та вентиляції існує ризик великого падежу птиці, особливо в ранній період, що може призвести до значних збитків. У зв'язку з цим, виникла потреба в перерахунку та реконструкції систем опалення, вентиляції, освітлення та прибирання посліду, а також в розробці раціонального електроприводу для вентиляційної установи.

Мета роботи. Проведення електрифікації бройлерного цеху, включаючи розробку та економічне обґрунтування раціонального електроприводу системи вентиляції.

Основні розроблені рішення та розрахунки.

Механізація, електрифікація та автоматизація опалення та вентиляції.

– Розрахунок повітрообміну: Виконано розрахунок необхідного повітрообміну, виходячи з нормативної концентрації вологості та вуглекислого газу.

– Теплотехнічний розрахунок: Здійснено теплотехнічний розрахунок приміщення та визначена необхідна потужність опалювальних приладів.

– Вентиляційна система: Обґрунтовано та обрано технологічну схему, проведено розрахунок нагнітаючої частини повітроводу, гідравлічного опору системи та вибір вентилятора.

– Електропривід вентилятора: Виконано розрахунок та аналіз приводних характеристик вентилятора (кінематична, механічна, навантажувальна), обрано раціональний електродвигун та спосіб регулювання подачі.

– Система управління: Обрано схему автоматичного контролю температури припливного повітря, автоматичного вмикання та вимикання вентилятора, а також захист калориферних секцій тепловентиляторів від заморожування.

Механізація та електрифікація технологічних процесів

– Гноєвидалення: Виконано розрахунок та аналіз приводних характеристик прибирального транспортера, а також вибір електродвигуна, який відповідає всім необхідним вимогам.

– Освітлення: Розраховано освітлювальну установку. Використовується загальне рівномірне робоче освітлення. У приміщеннях для утримання птиці та чергового персоналу встановлюються люмінесцентні лампи.

Висновки

На основі проведених досліджень, розрахунків та проектних рішень було досягнуто поставленої мети:

1. Обґрунтовано актуальність електрифікації: Аналіз діяльності птахофабрики підтвердив необхідність реконструкції та модернізації систем забезпечення мікроклімату для підвищення продуктивності бройлерів та зниження падежу. Зростання виробничих показників та обсягів споживання електроенергії свідчить про інтенсивний розвиток підприємства, що вимагає ефективних енергетичних рішень.

2. Розроблено оптимальні системи мікроклімату: Виконано теплотехнічний розрахунок приміщення та розрахунок повітрообміну, що дозволило визначити необхідну потужність опалювальних приладів та обрати раціональну схему вентиляційної системи. Це забезпечить підтримання оптимальних параметрів температури, вологості та чистоти повітря для утримання птиці.

3. Вибрано раціональний електропривід: Проведено розрахунок та аналіз приводних характеристик вентиляційної установки. Обраний електродвигун та спосіб регулювання подачі повітря відповідають технологічним вимогам та забезпечують високу енергоефективність системи вентиляції.

4. Запропоновано комплекс механізації та автоматизації: Окрім систем мікроклімату, виконано розрахунки та обрано електрообладнання для ключових технологічних процесів, зокрема для гноєвидалення та освітлення що сприяє повній механізації та частковій автоматизації виробництва.

5. Розроблено заходи з експлуатації та безпеки виробництва: Визначено необхідну кількість електротехнічного персоналу для якісного обслуговування електрообладнання. Запропоновано технічні рішення для підвищення надійності роботи електроустаткування в агресивному середовищі пташника, а також виконано розрахунок захисних заходів в електроустановках та протипожежні заходи.

6. Доведено економічну ефективність проекту: Порівняльний аналіз показав, що впровадження проекрованої вентиляційної установки є економічно вигідним. Вона має найменші експлуатаційні витрати порівняно з базовим варіантом, що забезпечує мінімальні капітальні та експлуатаційні витрати при високій якості роботи та продуктивності.

Таким чином, розроблений проект електрифікації бройлерного цеху є комплексним, технічно обґрунтованим та економічно доцільним, і його

реалізація дозволить підприємству значно підвищити ефективність виробництва м'яса бройлерів.

УДК 621.311

Колісник Д.С., студент 4 курсу.

Білоцерківський національний аграрний університет.

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

Уманський національний університет.

РЕКОНСТРУКЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИКА ІЗ ЗБІЛЬШЕННЯМ ЙОГО ПРОДУКТИВНОСТІ.

Сучасний розвиток м'ясопереробної промисловості України супроводжується зростанням вимог до ефективності зберігання та заморожування продукції, зниження енергоспоживання і підвищення якості готових виробів. Значна частина холодильних підприємств експлуатується понад нормативні строки, що призводить до підвищених експлуатаційних витрат, зниження продуктивності та ускладнення автоматизації технологічних процесів. У зв'язку з цим реконструкція існуючих холодильників із впровадженням сучасних технологій є економічно доцільною альтернативою новому будівництву.

Ключові слова: холодильна установка, заморожування м'яса, холодопродуктивність, енергоефективність, теплоізоляція, автоматизація технологічних процесів, компресорна установка, собівартість холоду.

Актуальність дослідження.

Особливої актуальності набуває питання модернізації морозильних камер, зокрема шляхом переходу на більш ефективні способи заморожування та вдосконалення холодильного обладнання без розширення виробничих площ.

Мета роботи.

Обґрунтування та розробка технічних рішень щодо реконструкції холодильника м'ясокомбінату з метою збільшення його продуктивності, підвищення енергоефективності та зниження собівартості виробництва холоду.

Об'єкт дослідження – холодильна установка та морозильні камери м'ясопереробного підприємства.

Предмет дослідження – технологічні, енергетичні та економічні параметри процесу заморожування м'яса.

Очікувані практичні значення отриманих результатів.

Обґрунтування вибору технології заморожування.

У роботі виконано аналіз двофазного та однофазного способів заморожування парного м'яса. Встановлено, що двофазний метод, який передбачає попереднє охолодження сировини, характеризується значною тривалістю циклу, потребує великих виробничих площ і супроводжується підвищеними втратами маси продукту.

Органолептичні показники якості м'яса, замороженого однофазним способом, не поступаються продукції, отриманій за традиційною схемою, що підтверджує технологічну доцільність запропонованого рішення.

Технологічні та теплотехнічні розрахунки.

У роботі виконано оцінку завантажувальної ємності морозильних камер з урахуванням геометричних параметрів приміщень, розміщення охолоджувальних батарей, проходів та колон. Розрахунки підтвердили можливість забезпечення продуктивності до 50 тонн м'яса за зміну без зміни габаритів будівлі.

На основі калоричного розрахунку визначено сумарні теплові навантаження камер з урахуванням:

- теплопритоків через огорожувальні конструкції;
- теплоти, що надходить із продуктом;
- тепловиділень від освітлення, персоналу та інфільтрації повітря.

Виконано тепловий розрахунок гладкотрубних батарей, підібрано водоохолоджуючий пристрій з рециркуляцією води та насосне обладнання з урахуванням реального навантажувального графіка. Розрахунок електропривода підтвердив відповідність обраного електродвигуна режимам роботи насоса.

Автоматизація холодильної установки.

Запропоновано структуру автоматизованої системи управління одноступінчастою компресорною установкою. Передбачено автоматичне регулювання:

- тиску випаровування;
- тиску конденсації;
- температури перегріву пари холодоагенту.

Використання програмованого логічного контролера та ПІД-регуляторів дозволяє підвищити енергоефективність установки, забезпечити стабільність температурних режимів та реалізувати комплексний аварійний захист обладнання.

Отримані результати використано для визначення необхідної холодопродуктивності холодильного обладнання.

Економічна ефективність та охорона праці.

Техніко-економічна оцінка показала, що після реконструкції обсяг виробництва холоду зростає більш ніж у 2,5 рази, а собівартість 1000 ккал холоду знижується приблизно на 8 грн, що свідчить про високу економічну доцільність проекту.

У роботі також розглянуто інженерні заходи з охорони праці та техніки безпеки, спрямовані на зниження ризиків під час експлуатації аміачних холодильних установок.

Висновки.

Реконструкція холодильника з впровадженням однофазного заморожування, модернізацією охолоджувальної системи та автоматизацією технологічних процесів забезпечує суттєве підвищення продуктивності,

енергоефективності та економічних показників підприємства без значних капітальних витрат і розширення виробничих площ.

УДК 621.311

Чичикало С. О., студент 4 курсу.

Білоцерківський національний аграрний університет.

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

Уманський національний університет

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА З ВИРОБНИЦТВА ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.

Сучасні машинобудівні підприємства, що спеціалізуються на виготовленні запасних частин для сільськогосподарської техніки, характеризуються високою концентрацією електроспоживачів різної категорії надійності та значними коливаннями навантаження. Забезпечення їх ефективного, безперебійного та економічно обгрунтованого електропостачання є одним із ключових завдань сучасної енергетики.

Ключові слова: електропостачання, трансформаторна підстанція, надійність, навантаження споживачів, техніко-економічний аналіз.

Актуальність дослідження.

Безперервність технологічних процесів у металообробних, ковальських, термічних, компресорних та насосних цехах безпосередньо залежить від якості та стабільності електропостачання. Значна частина електроприймачів цих підприємств належить до I та II категорій за надійністю, що вимагає застосування схем електропостачання підвищеної живучості та резервування. Крім того, наявність великої кількості асинхронних двигунів з низьким коефіцієнтом потужності формує значні реактивні навантаження, що збільшує втрати та знижує якість напруги. Це робить актуальним питання компенсації реактивної потужності та формування оптимальної архітектури електропостачальної системи.

Мета роботи.

Оптимізація системи електропостачання підприємства шляхом: визначення реальних розрахункових навантажень; вибору раціональної напруги зовнішнього електропостачання; вибору кількості та потужності трансформаторів; розроблення схеми компенсації реактивної потужності; вибору кабельних ліній і комутаційного обладнання; розрахунку струмів короткого замикання; аналізу техніко-економічної ефективності та безпеки проекту. План території підприємства представлено на рис. 1.

Методика дослідження.

У роботі застосовувалися такі методи: аналітичні розрахунки електричних навантажень за методами коефіцієнтів попиту та Стилла. Побудова картограми навантажень для визначення центру електроспоживання і оптимального розташування ГПП.

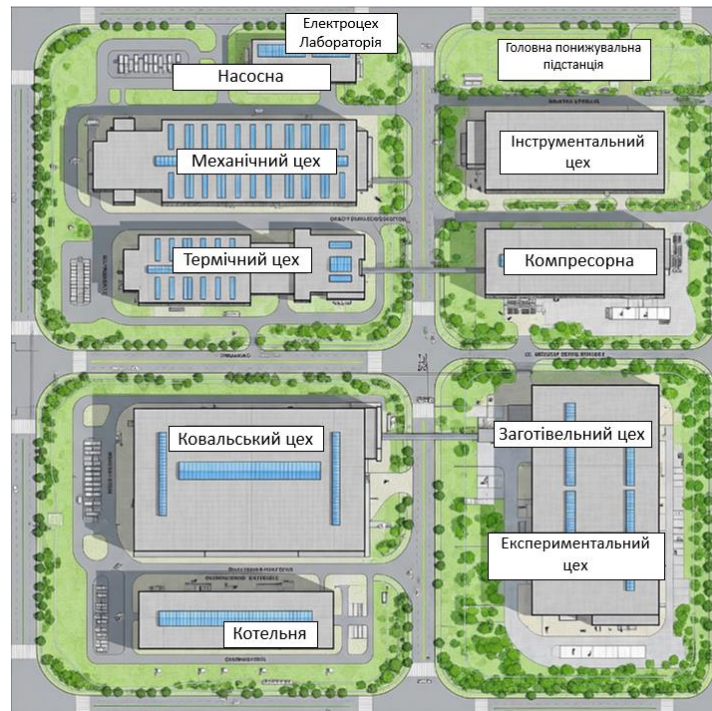


Рис. 1. План території підприємства.

Очікувані основні результати дослідження.

1. Розрахунок електричних навантажень, визначення найбільших споживачів, вибір напруги зовнішнього живлення, визначення оптимальної напруги живлення.

2. Визначення економічних показників проекту.

3. Розробка рекомендацій з безпеки та надійності: блискавкозахист зовнішній та внутрішній; робоче та захисне заземлення; захист від крокової та напруги дотику; нормування мікроклімату виробничих приміщень; заходи пожежної безпеки; застосування засобів індивідуального захисту.

Очікувані практичні значення отриманих результатів: визначення оптимальної структури електропостачання; економічне обґрунтування рішення щодо вибору напруги; розробка комплексної системи компенсації реактивної потужності.

Висновки

1. Розроблена схема електропостачання відповідає вимогам надійності для підприємства машинобудівного профілю.

2. Техніко-економічний аналіз довів доцільність застосування зовнішнього живлення 35 кВ, що забезпечує мінімальні приведені витрати.

3. Обрана система трансформаторних підстанцій забезпечує повне резервування навантажень I та II категорій.

4. Запропонована компенсація реактивної потужності дозволяє суттєво зменшити втрати електроенергії та покращити якість напруги.

5. Вибране обладнання та кабельні лінії повністю відповідають розрахунковим навантаженням і струмам короткого замикання.

6. Проект відповідає вимогам електробезпеки, пожежної безпеки та надійної експлуатації електроустановок.

УДК 621.311

Шпичак Д. Р., студент 4 курсу.

Білоцерківський національний аграрний університет.

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

Уманський національний університет.

ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ КОВБАСНОГО ЦЕХУ.

У роботі розглянуто питання електрифікації та автоматизації ковбасного цеху фермерського господарства з метою підвищення продуктивності виробництва, енергоефективності та безпеки праці. Проект базується на аналізі існуючого стану електропостачання підприємства, технологічного обладнання та режимів його роботи.

Виконано обґрунтований вибір сучасного технологічного обладнання для переробки м'ясної сировини. Визначено їх установлену потужність і вплив на загальне електричне навантаження цеху.

Розраховано електричні навантаження ковбасного цеху, підібрано перерізи кабелів, пуско-захисну апаратуру та схеми живлення з урахуванням вимог ПУЕ та умов підвищеної вологості виробничих приміщень. Запроектовано систему внутрішнього електропостачання та освітлення, що забезпечує нормативні рівні освітленості та підвищує безпеку обслуговуючого персоналу.

Особливу увагу приділено автоматизації роботи коптильної установки та електроприводів основного обладнання, що дозволяє стабілізувати технологічні режими, зменшити енергоспоживання та підвищити якість готової продукції.

У роботі також розглянуто заходи з охорони праці та електробезпеки, а також виконано економічну оцінку проекту, яка підтверджує доцільність впровадження запропонованих технічних рішень.

Ключові слова: електрифікація, ковбасний цех, електричні навантаження, освітлення, електропривод, автоматизація, енергоефективність.

Метою даної роботи є розробка проекту електрифікації ковбасного цеху фермерського господарства з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності, надійності електропостачання та безпеки праці. Для досягнення поставленої мети виконано аналіз виробничої діяльності підприємства, технологічного процесу виготовлення ковбасних виробів та наявного електротехнічного обладнання.

Об'єктом проектування є ковбасний цех загальною площею 216 м², який включає виробничі приміщення, холодильні камери для зберігання сировини та готової продукції, допоміжні та санітарно-побутові приміщення. Цех спеціалізується на виробництві варених, напівкопчених і варено-копчених ковбасних виробів. Аналіз технологічної схеми показав, що основними споживачами електричної енергії є машини для подрібнення та

перемішування м'ясної сировини, вакуумні шприци, коптільно-варильні установки, холодильне обладнання та системи освітлення.

У роботі виконано вибір сучасного високопродуктивного технологічного обладнання, зокрема промислового вівчка, вакуумного куттера, фаршемішалки, шпигорізної машини, вакуумного шприца та універсальної коптільно-варильної камери. Застосування такого обладнання дозволяє забезпечити стабільність технологічних режимів, підвищити якість фаршу та готових виробів, а також зменшити втрати сировини. Для кожної одиниці обладнання визначено номінальну потужність, режим роботи та участь у загальному електричному навантаженні цеху.

На основі переліку електроспоживачів проведено розрахунок електричних навантажень ковбасного цеху. Визначено установлену, розрахункову та максимальну потужність, що дозволило обґрунтовано підібрати перерізи кабелів, типи пуско-захисної апаратури та схеми електроживлення. Особливу увагу приділено перевірці можливості пуску електродвигунів у найбільш несприятливих режимах, з урахуванням пускових струмів і допустимих відхилень напруги.

У проекті розроблено систему внутрішнього електропостачання цеху відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), з урахуванням умов підвищеної вологості та наявності металевих конструкцій. Запропоновані технічні рішення забезпечують надійність живлення основного технологічного обладнання та підвищують рівень електробезпеки персоналу.

Окремий розділ роботи присвячено проектуванню системи освітлення виробничих і допоміжних приміщень. Виконано розрахунок освітленості за методом коефіцієнта використання світлового потоку. Запропоновано застосування сучасних світлодіодних світильників, що забезпечують нормативні значення освітленості відповідно до характеру зорових робіт, мають тривалий термін служби та низьке енергоспоживання. Рациональна система освітлення сприяє підвищенню продуктивності праці та зменшенню втомлюваності персоналу.

У роботі також розглянуто питання автоматизації технологічних процесів, зокрема керування коптільною установкою та електроприводами основного обладнання. Використання програмованих систем керування дозволяє забезпечити точне дотримання температурних і часових режимів термічної обробки ковбасних виробів та зменшити вплив людського фактора.

Значну увагу приділено заходам з охорони праці та електробезпеки. Проаналізовано небезпечні та шкідливі виробничі фактори, характерні для ковбасного цеху, та запропоновано комплекс інженерних і організаційних заходів щодо їх мінімізації. Запроектовані системи заземлення, захисного відключення та ізоляції електрообладнання відповідають чинним нормативним вимогам.

В економічній частині роботи виконано оцінку доцільності впровадження запропонованих технічних рішень. Розрахунки показали, що

модернізація системи електропостачання та застосування енергоефективного обладнання дозволяють зменшити експлуатаційні витрати та підвищити загальну ефективність виробництва.

Висновок. Таким чином, результати виконаної роботи підтверджують, що запропонований проект електрифікації ковбасного цеху є технічно обґрунтованим, економічно доцільним та відповідає сучасним вимогам до організації м'ясопереробного виробництва.

УДК 631.171: 621.311

Болобан В. О., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, керівник гуртка «Науково-технічні та експериментальні дослідження», Центру науково-технічної творчості Білоцерківської міської ради Київської області.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДІВ В РІЗНИХ ГАЛУЗЯХ ЕКОНОМІКИ.

У якості джерела світла можна використовувати різні види ламп, наприклад: лампи розжарювання, звичайні газорозрядні лампи та світлодіоди.

В даний час в основному використовують газорозрядні і люмінесцентні лампи для освітлення рослин, ці лампи при їх використанні, не ефективно впливають на ріст рослин, в наслідок низької інтенсивності випромінювання.

Отже використання світлодіодного випромінювання для інтенсивного росту рослин є актуальним питанням на сьогоднішній день.

Ключові слова: *світлодіод, лампа, газорозряд, люмінесценція, енергоефективність, потужність лампи.*

підвищеній енергоефективності у всьому світі, в даний час, приділяється багато уваги. Енергоефективність є одним з ключових аспектів будь-якої економічної діяльності.

Вимоги до її підвищення встановлюються навіть законодавчо багатьма державами з метою збереження ресурсів.

Світлодіодне освітлення — один з найперспективніших напрямків технології штучного освітлення, який базується на використанні світлодіодів як джерела світла та світлових приладів на їх основі, дозволяє суттєво знизити рівень споживання електроенергії на освітлення. Поява нового ринку світлодіодних пристроїв для освітлення різних систем, як побутових так і виробничих, стало можливим завдяки істотному прогресу в світлодіодних і супутніх їм технологіях.

Ефективність потужних світлодіодів і світло випромінювальних елементів світильників досягла значного прогресу у їх використанні різними споживачами.

Вирішення проблем освітлення можуть серйозно вплинути на подальший розвиток та практичне використання на споживчих ринках необхідних компонентів, щодо розробки та впровадження нових нетоксичних та стабільних матеріалів, а також їх застосування у світлодіодних електронних системах.

Вивчення фізичних основ роботи та конструктивно-технологічних особливостей світло випромінювальних діодів і електронних систем на їх основі є актуальним завданням на теперішній час.

Мета роботи: дослідження експлуатації світлодіодів, розробка способів їх використання.

Зміст поставлених задач:

- розглянути та проаналізувати науково-практичні дослідження з даної теми;

- вивчити принцип роботи світлодіодів;
- проаналізувати методи управління світлодіодами;
- надати пропозиції щодо ефективного використання світлодіодів на практиці.

Об'єктом дослідження є принцип роботи світлодіода.

Предметом дослідження є робота світлодіодів в різних технологічних схемах.

Методи дослідження:

- теоретичні – вивчення та аналіз відповідних наукових публікацій;

- індуктивні – збір, систематизація та обробка даних;

- практичні – дослідження роботи світлодіодів.

Практичним дослідженням є розкриття і узагальнення особливостей будови світлодіодів та їх експлуатація в реальних умовах.

Світлодіодне освітлення – один з найперспективніших напрямів технологій штучного освітлення, оснований на використанні світлодіодів як джерела світла. Світлодіод або випромінюючий світлодіод (СД, СВД, LED (англ. Light emitting diode)) – це напівпровідниковий прилад, який перетворює електричний струм у світлове випромінювання.

Спектр динамічно змінюється з часом під час циклу росту рослин.

Переважно, існує один пік випромінювання на одну область.

На рис 1 - схема системи, в якій паралельні світлові смуги 1215 розташовані так, щоб забезпечувати світло рослинам 1210. У варіанті здійснення, рис.16, кожна світлова смуга 1215 містить панель світлодіодів. Шаблон освітлення на етапі розвитку рослини є результатом змішаного світла кожного кольорового каналу [1].

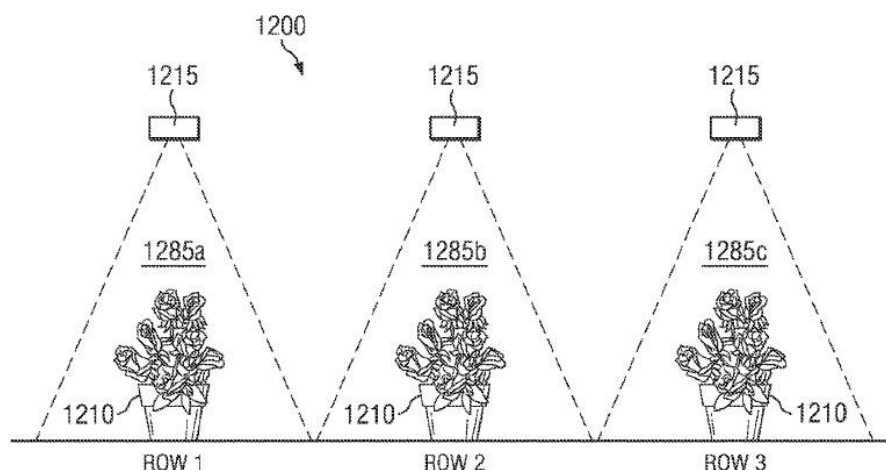


Рис. 1. Схематичне зображення варіанту здійснення системи, в якій паралельні світлові смуги розташовані так, щоб забезпечувати світло рослинам[1].

Розташування згідно рис.1 є корисним у вертикальних системах рослинництва, де для росту рослин обмежений простір. Додаткова економія місця може бути реалізована, якщо контрольовані світлові ділянки 1285a, 1285b та 1285c мають однаковий кольоровий профіль, оскільки від перекриття підсвічування паралельних світлових смуг 1215 буде мало, або зовсім немає ефекту.

Визначена система забезпечує вигідну фотосинтетичну щільність потоку фотонів. Тобто, використання меншої кількості світлих смуг для оптимального освітлення однакової кількості рослин шляхом доставки бажаної кількості фотонів для рослин, забезпечує економію за доставлений фотон для освітлених рослин [1]. Фітоактивний діапазон випромінювання PAR - це спектральний діапазон, який фотосинтетичні організми здатні використовувати в процесі фотосинтезу. Цей спектральний діапазон

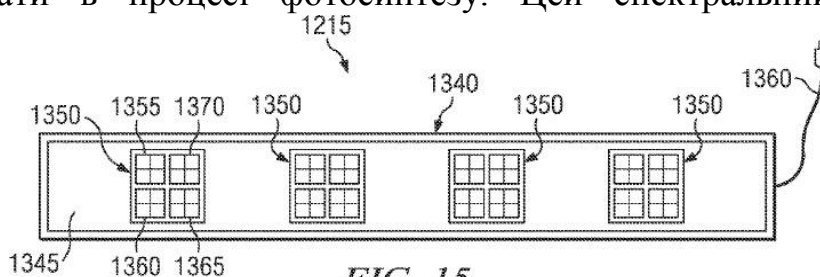
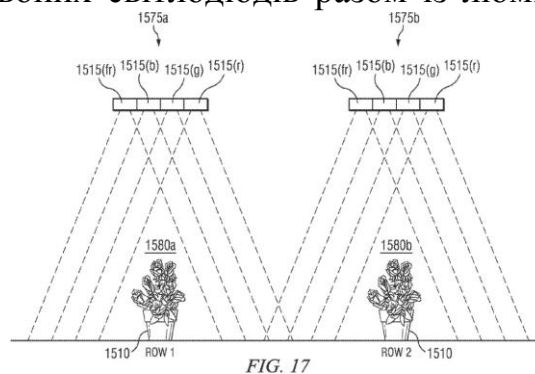


FIG. 15

відповідає діапазону видимого світла (400 нм до 700 нм).

Рис. 2. Схематичне зображення панелі, в якій розміщений набір світлодіодів[1].

Панель світлодіодів на рис. 2, містить рамку 1340, що визначає зону утримування джерела світла 1345, в якій розміщений набір світлодіодів 1350. Світлова смуга 1215 включає необхідні з'єднання для живлення та передачі даних. Як варіант, кожна матриця 1350 включає шістнадцять оптичних пристроїв, кожен з яких включає світлодіод із відповідним первинним оптичним пристроєм. Світлодіоди, люмінофори та інші компоненти можуть бути обрані для створення потрібного спектру. Таким чином, спектр на рис.1 може бути досягнуто за допомогою 4 синіх світлодіодів та 12 червоних світлодіодів, спектр на рис.2 можна досягти за допомогою 12 синіх світлодіодів та 4 червоних світлодіодів, спектр на рис. 3 може бути досягнуто за допомогою 8 синіх світлодіодів та 8 червоних світлодіодів. Спектр на рис.3 може бути досягнуто за допомогою 4 синіх світлодіодів та 12 червоних світлодіодів разом із люмінофором, таким як



ітрієво-алюмінієвий гранат, легований певними домішками для отримання 8-10% зеленого світла [1].

Рис. 3. Схематичний варіант здійснення системи освітлення рослин [1].

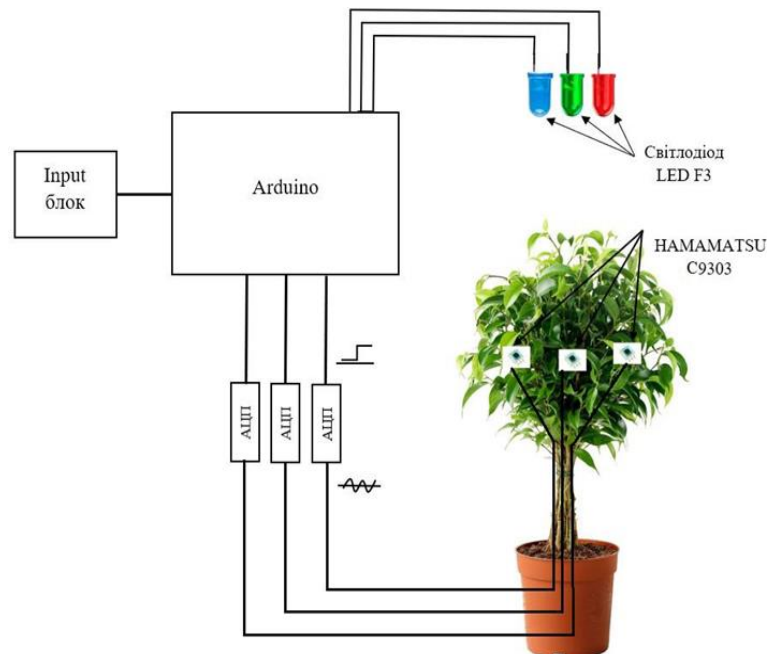


Рис. 3. Схематичний варіант здійснення системи освітлення рослин [1].

Інший варіант здійснення системи освітлення рослин наведено на рис.

3. У наведеному прикладі одна матриця може бути використаною для створення потрібного спектру світла. За рахунок керування панеллю з матрицями, світло з декількох матриць змішується для досягнення бажаного спектру. Також, контрольована область світла 1580 може випромінювати індивідуальний спектр, потрібний для регульованого росту рослин.

Дослідження впливу опромінення на сільськогосподарські культури.

Лабораторну установку для отримання генетично однорідного безвірусного посадкового матеріалу картоплі сорту Ред Скарлетт клональним мікророзмноженням представлено на рис. 4.

При цьому значення спектральної опроміненості приймали відповідно до отриманих рекомендацій.



Рис. 4. **Лабораторна установка для клонального мікророзмноження картоплі сорту Ред Скарлетт.**

Отриманий посадковий матеріал висаджували в аеропонну установку.

Для підтвердження математичної моделі, був проведений експеримент (рис. 5), у якому проводили вимірювання довжини та діаметра стебла, сформованого під створеним СДС за довільного спектрального складу протягом двох діб після висаджування на аеропонну установку. За формулою було розраховано ваговий коефіцієнт для даного спектрального складу, який склав $\varpi=0,925$. До кінця вегетації рослин спектральний склад не змінювався.



Рис. 5. **Експериментальна аеропонна установка СДС.**

Результати дослідження подано в таблиці 1 і на рис. 5.

Таблиця 1 – Експериментальні дані.

Показники	Результати вимірювань.			
	07.03	28.03	19.04	09.05
Висота рослини, мм	74	394	647	739
Діаметр рослини, мм	6,3	6,9	8,4	8,6
Біомаса, г	9,80	55,97	92,69	106,00
Енергоємність, кВт·год/г	108,86	19,44	11,71	10,27

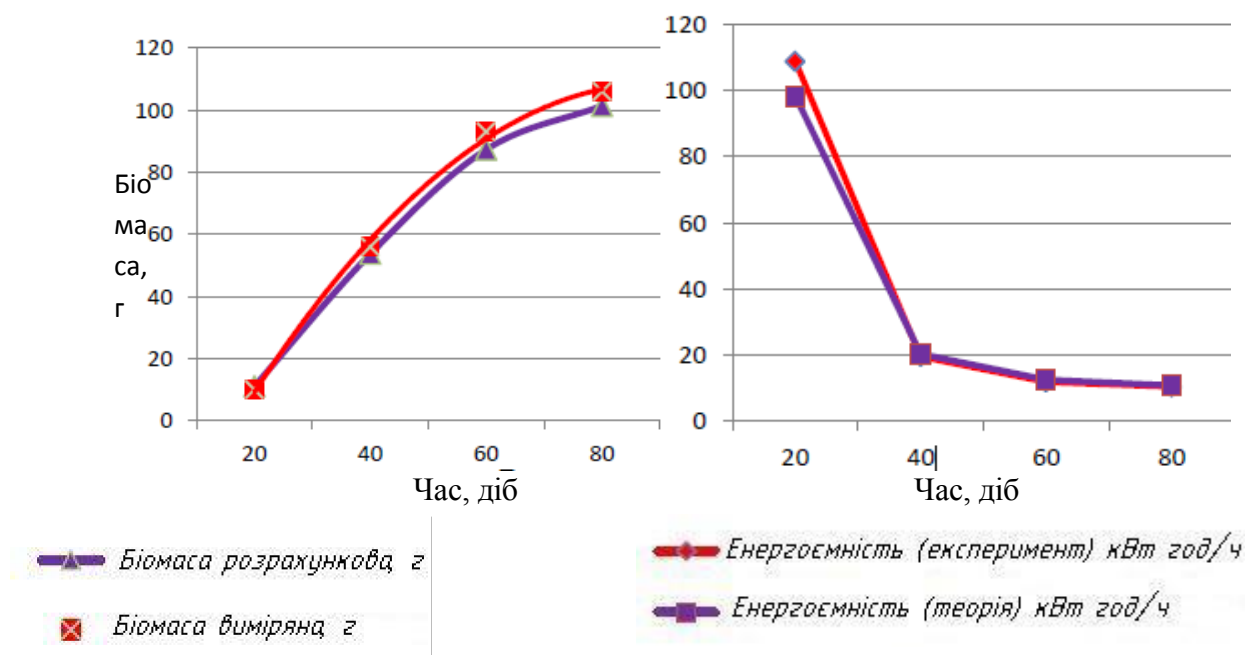


Рис. 6. Результати теоретичних та експериментальних досліджень з визначення біомаси та енергоємності процесу опромінення.

Теоретичні та експериментальні дослідження значень біомаси рослин засвідчили їхній збіг у межах 5% похибки, що дає змогу зробити висновок про достовірність результатів, одержуваних за допомогою математичної моделі.

Далі було проведено багатфакторний експеримент із дослідження взаємозв'язку енергоємності процесу опромінення з енергетичними та спектральними характеристиками СДС, а також визначенням параметрів регулювання для алгоритму керування спектральним складом. Установка для проведення експериментів представлена на рис. 7.

У таблиці 2 наведено значення рівнів та інтервалів варіювання факторів.

Таблиця 2 – Значення рівнів та інтервалів варіювання.

Найменування та позначення факторів	Рівні варіювання			Інтервали варіювання
	-1	0	1	
Інтенсивність червоного спектра, %	40	60	80	20
Інтенсивність синього спектра, %	40	60	80	20



Рис. 7. Експериментальна аеропонна установка для багатофакторного експерименту.

Для скорочення перебору варіантів, підвищення ефективності досліджень, а також для зменшення витрат часу і коштів на експеримент використано матрицю планування, представлену в таблиці 3.

В експерименті керованим фактором X_1 була інтенсивність червоної області спектра, фактором X_2 - інтенсивність у синій області. За відгук було прийнято диференціальну енергоємність. Для спрощення подальших розрахунків коефіцієнтів рівняння регресії, проводили кодування факторів.

Таблиця 3 – Матриця планування в кодованих одиницях.

№ Дослід	X_1	X_2
1	-1	-1
2	+1	-1
3	-1	+1
4	+1	+1
5	-1	0
6	+1	0
7	0	-1
8	0	+1
9	0	0

Для отримання рівняння регресії, що відображає взаємозв'язок відгуку від керованих чинників, застосовували програму "STATISTICA". У результаті обробки експериментальних даних на ПК отримано таке рівняння:

$$y=30,99-0,6167X_1+1,1967X_2+1,29X^2+0,055X_1X_2+1,75X^2$$

Експериментальні дані подано в таблиці 4. Результати розрахунків коефіцієнтів регресії представлені в таблиці 5.

Таблиця 4 – Отримані експериментальні дані.

№ експеримент	Рівень фактора				Значення відгуку
	Кодоване значення		Натуральне значення		Диференціальна енергоємність, Вт·год/г
	X ₁	X ₂	Опроміненість у червоній ділянці спектра E _{чер} , Вт/м ²	Опроміненість у синій ділянці спектра E _{син} , Вт/м ²	
1	2	3	4	5	6
1	-1	-1	21,16	15,04	33,22
2	+1	-1	42,32	15,04	32,12
3	-1	+1	21,16	30,08	36,06
4	+1	+1	42,32	30,08	35,18
5	-1	0	21,16	22,56	32,91
6	+1	0	42,32	22,56	31,19
7	0	-1	31,74	15,04	31,87
8	0	+1	31,74	30,08	33,15
9	0	0	31,74	22,56	31,45
Контроль			20,3	2,71	39,52

Таблиця 5 – Результати аналізу рівняння регресії

	Regressn	Std.Err.	t(5)	p
b0	30,99000	0,416808	74,35085	0,000000
b1	-0,61667	0,230613	-2,67404	0,044134
b11	1,19667	0,230613	5,18908	0,003499
b2	1,29000	0,399433	3,22958	0,023217
b22	1,75000	0,399433	4,38121	0,007146

У таблиці 5 назви стовпців позначають таке: Regressn - коефіцієнт регресії; Std. Err. - величина стандартної помилки; t(5) - критерій Стюдента; p - імовірність нульової гіпотези (рівень значущості).

Список літератури.

1. Назаренко П. А. , Колесник А. І. Фізика і техніка світлодіодів. Харківський національний університет. Навчальний посібник ст. 10 — 30 2021р.

URL:

<https://eprints.kname.edu.ua/61227/1/14%20экз%20Фізика%202019%20печ%2027Н%20Назаренко%20Колесник.pdf>

2. Дрань Я. А. Установка для декоративного освітлення на основі RGB – світлодіода з функцією керування кольором. КПП ім. Ігоря Сикорського. Київ ст. 8-27. 2019р.

URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/28865>

3. Корнієнко Т. В. Дослідження та оптимізація спектральних характеристик напівпровідникового випромінювача. Харківський національний університет радіоелектроніки. 2019р. 72ст.

URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/db6add6d-31a0-4f5c-bbae-542bc8abd92d/content>

4. Бондарець О. В. Кінетика після свічення світлодіодів. Тернопільський національний технічний університет 2019р. 124ст.

URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/29572/2/Bondarets_robota.pdf

5. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/d6a87277-cbc8-43cf-873a-eb075e863771/content>

УДК УДК 697.91

Цаценко Є.Ю., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, керівник гуртка «Науково-технічні та експериментальні дослідження», Центру науково-технічної творчості Білоцерківської міської ради Київської області.

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ІОНІЗАТОРІВ ВОДИ.

Згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), здоров'я є гарантом повного соціального, біологічного і психологічного благополуччя людини, а не тільки фактом відсутності хвороб і фізичних вад. Здоров'я є не лише особистим надбанням людини, але й суспільним багатством, одним з найважливіших показників добробуту народу. Тому один із методів підтримки здоров'я – забезпечення людини чистою питною водою, яка не лише втамовуватиме спрагу, але й сприятиме правильній роботі всього організму. Крім того, здавна відомі лікувальні властивості води з певними характеристиками. Розробка приладів для отримання такої води на сучасному етапі є особливо актуальним питанням.

У результаті дослідження встановлено, що для правильної роботи всіх органів та функціонування організму в цілому необхідна якісна питна вода. Вода з певними характеристиками є не лише нешкідливою, а й володіє лікувальними властивостями.

Для отримання води з заданими рівнями рН та окисно-відновлювального потенціалу необхідно застосовувати іонізатор води. Виготовлений прилад допомагає отримати якісну питну воду або воду з лікувальними властивостями.

Промислові іонізатори води досить дорогі. Пристрій, побудований за запропонованою схемою коштує недорого, крім того можливе застосування старих радіодеталей.

Ключові слова: водневий потенціал, іонізація, іонізатор води, калориметр, лужна вода, окислювальне відновлювання.

Проблема безпечності та якості питної води по всьому світі набуває великого масштабу. Адже головними причинами зростання виробництва і споживання бутельованої питної води, постає саме дефіцит прісних вод в наслідок погіршення екологічної ситуації навколишнього середовища та збільшення кількості екстремальних ситуацій, а також розуміння населення

щодо значимості вживання якісної питної води для здоров'я. Населення в сучасному світі стало більш вибагливим до споживних властивостей при виборі питної води, у зв'язку з отруєннями людей та виявленням хронічних захворювань, при споживанні небезпечної та неякісної питної води. Завдяки проведеному моніторингу по нашій країні експерти вказують, що близько 60% українців, споживають непридатну для вживання воду. Першочерговими причинами такої ситуації є належність річок України до III та IV ступеня забруднення, крім того незбалансованість схеми розміщення найбільш водоемних підприємств, недосконалість законодавства та водної політики щодо якості і безпечності питної води. Саме тому, значна кількість українців, шукають альтернативні джерела питної води, адже її якість є важливим фактором для самопочуття людини. Споживання природних вод, розфасованих у тари різної ємності, зокрема і в Україні швидко зростає. Для виробництва бутильованої питної води використовують джерела підземних вод чи питну воду централізованого питного водопостачання, крім того й додатково оброблену з метою покращення її якості. Однак якість їх не завжди відповідає екологічним стандартам, у зв'язку зі змінами хімічного складу води, мікробіологічним та радіаційним забрудненням, з умовами і тривалістю зберігання, до того ж з особливостями технологій водопідготовки, варто завжди слідкувати та контролювати усі процеси. Українські виробники бутильованої води забезпечують внутрішнього споживання на 96 %, решта відсотків займають імпорتنі поставки. У структурі 9 виробництва, майже дві третини, займає негазована вода. Бутильована питна вода, що реалізується через торгову мережу може мати різний мінеральний склад, рекомендації для вживання та термін придатності. За сучасними критеріями, питна вода вважається якісною, якщо вона не має токсичних речовин та її склад складає оптимальний набір елементів для підтримки функціональної активності людського організму. Тому необхідні дослідження безпечності бутильованих вод у споживчому пакуванні протягом визначеного терміну зберігання, адже якість вживаної води може суттєво відрізнятись у різних виробників. Вода бутильована поки немає чітких норм щодо її якості, про те фасована у тари різної ємності та при поставці до покупців, повинна відповідати технічним умовам ТУ У 15.9-2682116943-001:2006, а також Державним санітарним нормам та правилам «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10), у тому числі ДСТУ 878:2006 «Води мінеральні фасовані. Технічні умови».

Мета роботи – дослідити якість питної бутильованої води різних виробників.

Завдання роботи:

1. визначити екологічні проблеми водозабезпечення України;
2. проаналізувати існуючі нормативні документи на питну бутильовану воду;

3. визначити фактори формування і збереження споживчих властивостей питної бутильованої води;
4. дослідити якість питної бутильованої води різних виробників;
5. надати рекомендації щодо покращення якості питної бутильованої води.

Об'єкт дослідження – встановлення відповідності показників якості питної бутильованої води різних торгових марок води гігієнічним нормативам.

Предмет дослідження – органолептичні та фізико-хімічні показники якості питної бутильованої води.

Методи дослідження – аналіз, SWOT-аналіз, порівняння фізичних та органолептичних показників якості води з нормативними, статистична обробка результатів досліджень, узагальнення. 10

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень можуть бути використані при виборі споживачами питної бутильованої води, а також для подальших досліджень, що стосуються оцінки фізико-хімічних та токсикологічних властивостей бутильованої питної води. Особистий внесок випускника: На основі існуючих нормативних документах та проаналізувавши фактори формування і збереження споживчих властивостей питної бутильованої води, проведено порівняльну оцінку її якості різних виробників та надано рекомендації для покращення, як висновок є необхідність гармонізації вітчизняного і європейського законодавства щодо нормативів.

Експериментальні дослідження з перевірки води, отриманої після використання іонізатора, відбувалися на базі державного закладу «Білоцерківська санітарно-епідеміологічна станція».

Дослідження води відбувалося за такими параметрами: мутність, жорсткість, лужність та рН.

Дослідження проводилися згідно затвердження державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) та з використанням приладів: колориметр фотоелектричний КФК-2, рН-метр рН-150МИ.

Колориметр фотоелектричний (Рис. 2.1) концентраційний КФК-2, призначений для вимірювання в окремих ділянках діапазону довжин хвиль 315-980 нм, що виділяються світлофільтрами, коефіцієнтів пропускання і оптичної щільності рідинних розчинів і твердих тіл, а також визначення концентрації речовин в розчинах методом побудови градувальних графіків [1].

Колориметр [1] дозволяє також проводити вимірювання коефіцієнтів пропускання розсіюючих суспензій, емульсій і колоїдних розчинів в прохідному світлі. Вимірювання проводяться по 11 точках спектру від 315 до 980 нм, результати вимірювання обробляються мікро-ЕОМ і виводяться на цифрове табло. Технічні характеристики пристрою наведені в таблиці 2.1.



Рис. 1. Колориметр фотоелектричний концентраційний КФК-2.

Таблиця 1 - Технічна характеристика
колориметра фотоелектричного концентраційного КФК-2 [1].

Спектральний діапазон, нм		315...980
Весь спектральний діапазон розділений на спектральні інтервали, які виділяються за допомогою світлофільтрів		
Межі вимірювання коефіцієнтів пропускання		5...100 %
Межі вимірювання оптичної густини		0...1.3
Основна абсолютна похибка колориметра при вимірюванні коефіцієнта пропускання		не більше ± 1 %
Основна абсолютна похибка колориметра при вимірюванні		по ГОСТ 12083-78
Відхилення показників, які характеризують випадкову похибку		не більше 0,3 %
Додаткова похибка від зміни напруги в мережі на ± 22 В від номінального значення 220 В		не більше 0,3 основної похибки
Додаткова похибка колориметра при зміні температури навколишнього повітря 20...35 °С і 20...10 °С		не більше 0,3 основної похибки
Джерело випромінювання		лампа галогенна малогабаритна КГМ 6,3-15
Робоча довжина кювет (набір кювет No 2)		50; 30; 20; 10; 5 мм
Приймачі випромінювання	для роботи в спектральному діапазоні 315...540 нм	фотоелемент Ф-26
	для роботи в спектральному діапазоні 590...980 нм	фотодіод ФД-7К (ФД-24К)

pH-метр pH-150МИ (Рис. 2.2), призначений для вимірювання показника активності іонів водню (pH), окисно-відновлювального потенціалу (Eh) і температури (T) водних розчинів та безпосереднього вимірювання pH м'яса і м'ясопродуктів. Галузь застосування: для проведення вимірювань в лабораторній практиці, а також для оперативних вимірювань на

підприємствах харчової промисловості і в інших галузях промисловості, в тому числі, в теплоенергетиці [5,6].



Рис. 2. рН-метр рН-150МИ.

Таблиця 2 - Технічна характеристика рН-метра рН-150МИ [3]

Вимірювана величина	Одиниці вимірювання	Діапазон вимірювань	Дискретність	Похибка перетворювача	Похибка пристрою
рН	-	-1,00..14,00	0,01	±0,02	±0,05
Eh (ОВП)	мВ	-1999..1999	1	±3	
T	°C	-10..100	1	±2	±2

Методи визначення основних показників води.

Жорсткість та лужність води були визначені титрометричним методом, здійснювалося титрування трилоном Б (для жорсткості) та розчином сірчаної кислоти (для лужності). Титрометричний метод аналізу (титрометрія) – це кількісний метод аналізу, що ґрунтується на точному вимірюванні об'єму стандартного розчину, який витрачається на титрування точно взятого об'єму розчину речовини, що визначається.

Практично титрування проводять таким чином:

- у бюретку наливають стандартний розчин (титрант), до нульової позначки, слідкуючи, щоб у носику бюретки не було пухирців повітря;
- піпеткою до конічної колби вміщують певний об'єм проби розчину, що аналізують, і декілька крапель індикатора – відбувається певне забарвлення проби;

- дуже повільно (по краплях) з бюретки до проби додають титрант, безперервно збовтуючи вміст конічної колби. Титрування закінчується в той момент, коли забарвлення індикатора змінюється від однієї краплини титранту;

- записують об'єм титранту, який пішов на титрування;

- титрування повторюють ще не менше, ніж два рази. Титрування є правильним, якщо у паралельних вимірах об'єм не відрізняється більш ніж на 0,03 мл.

Концентрацію розчину визначають за середньоарифметичним значенням об'ємів [2].

Дослідження іонізованої води.

Для експерименту була обрана водопровідна вода, отримана із

водогону м. Біла Церква. Відбір проб відбувався через 10 хв., 15 хв., 20 хв. після включення іонізатора. Отримані кислотна «мертва» та лужна «жива» води були досліджені за вказаними параметрами.

Результати досліджень наведені у таблиці 2.3 [2]. Протоколи дослідження наведено у додатках А-В.

Таблиця 3 - Зміна основних параметрів води до та після іонізації.

		Мутність	Загальна жорсткість, мг-екв/дм ³	Загальна лужність, мг/дм ³	pH	ОВП, мВ
Водопровідна вода		<0,58	1,8	4,0	8,25	+43
10 хв.	Лужна вода	<0,58	1,6	4,6	9,61	-116
	Кислотна вода	<0,58	1,6	3,2	7,31	+57
15 хв.	Лужна вода	<0,58	1,6	4,8	9,81	-153
	Кислотна вода	<0,58	1,6	3,0	7,05	+87
20 хв.	Лужна вода	<0,58	1,6	4,9	9,98	-189
	Кислотна вода	<0,58	1,6	2,9	6,91	+134

За результатами дослідження встановлено, що процес іонізації не впливає на мутність води та загальну жорсткість. Тобто для іонізації необхідно застосовувати питну воду належної якості.

Лабораторні дослідження підтверджують зміну стану води – змінюються рівні pH та ОВП. Оскільки рівень pH не іонізованої води був досить великий, кислотні властивості аноліта (кислотної води) виражені слабо, хоча тенденція до його зміни добре помітна.

Через 10 хв. після початку роботи пристрою отримується лужна вода, призначена для щоденного вживання. З лікувальною метою застосовують воду з ОВП -200мВ. Близьких значень вода набуває через 20 хв. після початку роботи установки.

Експериментальні дослідження води, проведені на базі державного закладу «Білоцерківська санітарно-епідеміологічна станція», мали на меті оцінку впливу іонізації на якість води. Дослідження проводилися за основними параметрами: мутність, жорсткість, лужність та pH відповідно до державних санітарних норм та правил (ДСанПіН 2.2.4-171-10) з використанням колориметра фотоелектричного КФК-2 та pH-метра pH-150МИ.

Таким чином, іонізація води дозволяє змінювати її лужність та окисно-відновлювальні властивості, що може бути корисним для різних побутових та лікувальних потреб. Однак, для іонізації варто використовувати питну воду високої якості, оскільки процес іонізації не змінює показники мутності та жорсткості води.

Список літератури.

1. Литвиненко В.О. Особливості водопідготовки та лабораторного контролю хімічної очистки води. Запорізький національний університет. Науковий проєкт. УДК 631.12.47. Запоріжжя. 2020 р., ст. 28-38
2. Пан О.В. МАС-спектрія процесів іонізації молекул амінокислот електронами. Ужгородський національний університет. Наукова робота УДК 530.145., 539.14/16/18; 539.182/184/189. Ужгород. 2020 р. ст. 7-12
3. Овчиннікова Н.Б. Мінеральні води з підвищеною мінералізацією. Національна академія наук України. Наукова робота. УДК 553.7:615. 327+536.775: 543.3. Київ. 2019 р. ст. 111-124
4. Федін В.М. та інші Сучасні тенденції в стабілізаційній обробці води. Київська політехніка ім. Ігоря Сікорського. II Всеукраїнська практична конференція. Збірник матеріалів. Київ. 2024 р., ст. 19-22
5. Ягольник С., Коцаба П. Динаміка розвитку вітчизняного ринку питної води. Національний університет «Львівська політехніка». II Всеукраїнська практична конференція. Збірник матеріалів. Львів, 2024 р., ст. 23-27
6. Барабаш О., Покшевницька Т., Яковлев І. Інтеграція технологій озонування для покращення якості води. Національний транспортний університет. II Всеукраїнська практична конференція «Комплексне використання ресурсів довкілля». Збірник матеріалів. Дрогобич, 2024 р., ст. 25-30

УДК 621.3 (477.51)

Корзун А.Ю., студент 4 курсу.

Науковий керівник: **Голодний І.М.**, канд. техн. наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет м.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБЛАДНАННЯ В ЦЕХУ.

Анотація. Описані перспективи і переваги використання автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ).

Ключові слова: вентилятор, електролічильник, автоматизована система комерційного обліку електроенергії, системи безперебійного живлення.

Попередніми дослідженнями встановлено:

Для забезпечення безперебійної роботи вентиляційного цеху його основні електроспоживачі належать до I та II категорії [1]

- I категорія: витяжні системи для видалення небезпечних газів і пилу, критично важливі насосні станції, системи керування автоматикою;

- II категорія: основне вентиляційне обладнання, додаткові системи повітрообміну.

Для забезпечення надійності живлення необхідно:

1. Використовувати резервне живлення від автономного дизельного генератора або додаткової лінії від трансформаторної підстанції.

2. Впровадити автоматичне введення резерву (ABP) для миттєвого перемикання на резервне джерело у разі зникнення основного живлення.

3. Використовувати системи безперебійного живлення (UPS) для критично важливих елементів автоматики.

Таким чином, ефективне проєктування системи електропостачання дозволить мінімізувати ризики відключень, знизити витрати на електроенергію та забезпечити безперебійну роботу всього підприємства.

Для збору, обробки та аналізу даних про електроспоживання підприємством рекомендується автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Впровадження в цеху промислового підприємства з середньорічним споживанням електроенергії приблизно 800...1000 МВт·год., залежно від сезонних навантажень, дозволяє підвищити енергоефективність, знизити втрати електроенергії та оптимізувати витрати підприємства.

При виборі системи АСКОВ необхідно врахувати наступні фактори:

- відповідність вимогам чинних нормативних документів (ДСТУ, ПУЕ, Кодекс комерційного обліку електроенергії України) [2];
- можливість інтеграції з існуючими інформаційними та автоматизованими системами підприємства;
- підтримка багатотарифного обліку для оптимізації витрат;
- дистанційний моніторинг та керування параметрами електроспоживання;
- захист від несанкціонованого доступу та втручання в показники обліку;
- можливість масштабування системи при розширенні виробництва.

Для забезпечення ефективного комерційного обліку на підприємстві пропонується застосування багаторівневої структури АСКОВ:

рівень вимірювань – електронні лічильники з вбудованими модулями передачі даних (Modbus, RS-485, PLC, GPRS);

рівень збору та обробки даних – контролери збору інформації (Data Concentrator Units – DCU) або програмні шлюзи;

рівень управління та аналізу – серверна частина з базою даних та програмним забезпеченням (SCADA-системи або спеціалізовані програми для АСКОВ, такі як «ЕнергоSoft» або «Meter Data Management»).

На основі аналізу ринку пропонується використовувати наступне обладнання:

Лічильники електроенергії: багатофункціональні пристрої класу точності 0,5S (наприклад, НIK 230, CE301, ABB A44, Schneider Electric iEM3255);

Засоби зв'язку: GPRS-модеми, Ethernet-концентратори або бездротові передавачі LoRaWAN;

Серверні рішення: сервери збору та обробки даних з підтримкою SQL або інших баз даних;

Програмне забезпечення: спеціалізовані SCADA-системи (наприклад, «АСКОЕ-КОМПЛЕКС», «EnergyLink» або «EasyMetering»).

Переваги впровадження АСКОЕ:

- підвищення точності обліку та зменшення втрат електроенергії;
- можливість оперативного аналізу енергоспоживання та прогнозування витрат;
- оптимізація графіка навантажень та використання багатотарифних режимів;
- забезпечення автоматичного звітування перед постачальниками електроенергії;
- захист від несанкціонованих підключень та шахрайства.

Окупність системи АСКОЕ залежить від масштабів підприємства, але середній термін повернення інвестицій складає 1,5–3 роки завдяки зниженню штрафів за перевищення лімітів електроспоживання, оптимізації використання потужностей та зменшенню втрат.

Висновки. Впровадження системи АСКОЕ на промисловому підприємстві дозволить значно підвищити ефективність управління електроспоживанням, знизити витрати та підвищити надійність електропостачання цеху вентиляції та комунікацій.

Список літератури.

1. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Видовництво "Форт", 2017. – 760 с.
2. Кодекс комерційного обліку електроенергії України – регламентує порядок ведення обліку електроенергії та застосування АСКОЕ.

УДК 631.171: 621.311

Конопляний М.М., студент 4 курсу.

Науковий керівник: **Голодний І.М.**, канд. техн. наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНИМ РЕЖИМОМ В ПРОМИСЛОВИХ ТЕПЛИЦЯХ.

Анотація. Описані перспективи і переваги використання автоматизованої системи управління температурно-вологісним режимом у промислових теплицях на основі мови програмування Java

Ключові слова: комп'ютерні системи управління, язык програмування Java, датчики, мікроконтроллер, мікроклімат.

Проведеним аналізом сучасних методів, технічних та програмних засобів управління температурно-вологісним режимом у промислових теплицях [1] дозволяє визначити основні задачі, які необхідно розв'язати на стадії проектування та розробки комп'ютерної системи управління температурно-вологісним режимом у промислових теплицях. До них відносяться:

- отримання інформації про параметри мікроклімату;
- організація обміну інформацією між об'єктами управління та єдиним центром управління;
- аналіз отриманої інформації;
- прийняття рішення щодо мікроклімату;
- збереження статистичної інформації;
- реалізація можливості ручного керування;
- реалізація управління на основі прийнятого рішення.

Структурна схема системи управління складається з 3 рівнів (див. рис.

1):

- підсистема локальних КСУ, що розміщуються в кожній теплиці;
- підсистема моніторингу вхідної інформації;
- підсистема підтримки прийняття рішень.

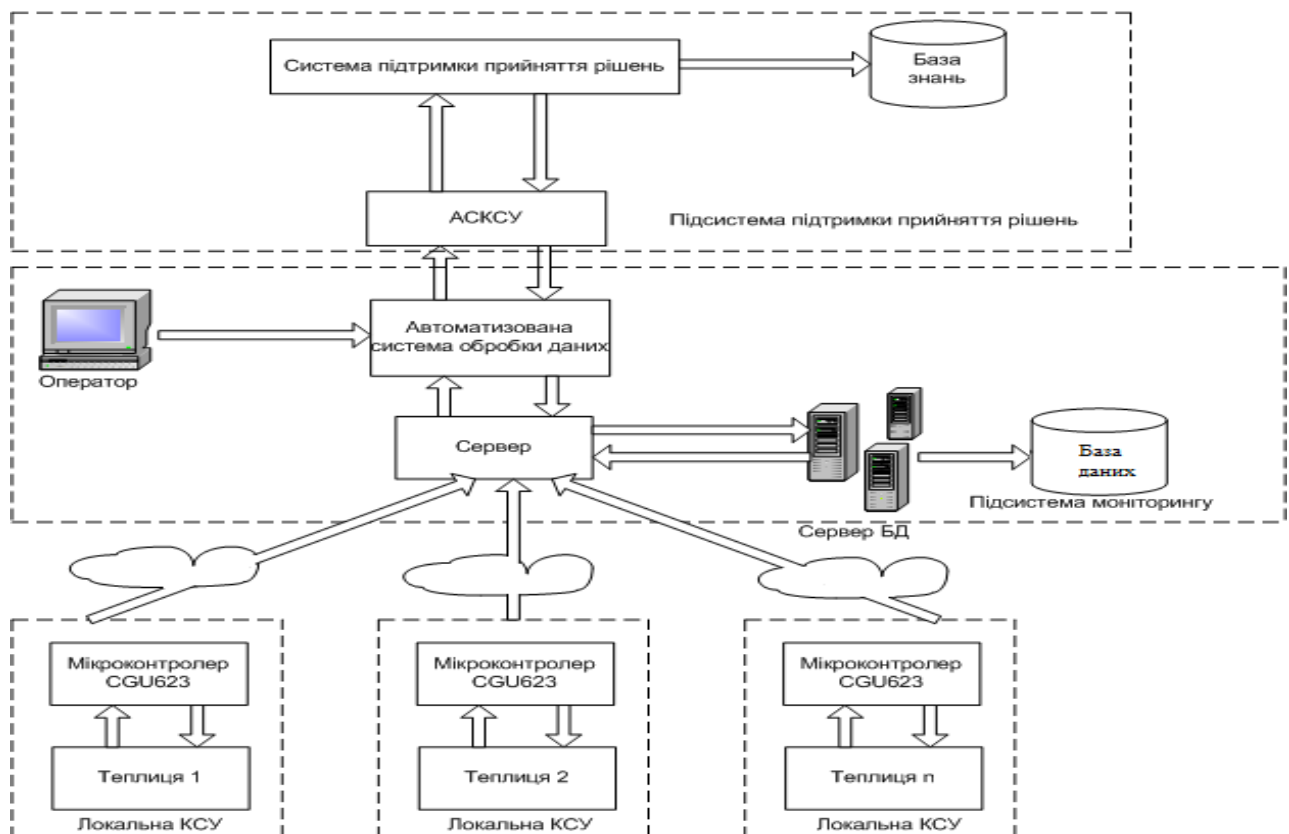


Рис.1. Структурна схема комп'ютерної системи управління температурно-вологісним режимом у промислових теплицях.

Рівень локальних КСУ, що розміщуються в кожній теплиці включає в себе датчики та мікроконтролери, що у них працюють. Його призначення – збір інформації та її передача на єдиний центр управління.

Рівень моніторингу вхідної інформації містить у собі автоматизовану систему обробки даних, бази даних для збереження статистичної інформації та засоби візуалізації отриманої інформації.

Рівень підтримки прийняття рішень включає в себе систему прийняття рішень та базу знань та виконує прийняття рішень щодо зміни мікроклімату.

Найважливішою стадією дослідження керування технологічними об'єктами є розробка моделі об'єкта, яка відображає процеси, що відбуваються в об'єкті. Типові рішення з управління об'єктами засновані на найпростіших моделях, що оперують абстрактними параметрами. Такі моделі, у зв'язку з абстрактним характером параметрів, не дають можливості глибокого вивчення і зміни характеристик об'єкта. Для більш глибокого дослідження і синтезу систем автоматичного управління представляють інтерес моделі, що розкривають фізичні основи роботи об'єкта.

Вибрана система керування на рівні підтримки прийняття рішень використовується база знань для прийняття коректних рішень [2]. Доступний також ручний режим управління мікрокліматом теплиць.

Висновок. Розроблено за допомогою мови програмування Java алгоритми програмного забезпечення і їх представлено у вигляді наступних UML-діаграм: пакетів, діяльності, варіантів використання.

Тестування системи показало, що розроблене програмне забезпечення відповідає вимогам індивідуального та технічного завдань.

Список літератури.

1. Статистична інформація. Сільське господарство.[Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL:

<http://www.vn.ukrstat.gov.ua/index.php/statistical-information/228/2013--1995-2010.html>

2. Семенов В.Г. Компьютерное моделирование при исследовании системы управления микроклиматом теплицы / Семенов В.Г., Алейникова Е.А. // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – С. 75-77.

УДК 631.171: 621.311

Куроченко І.М., студент 4 курсу .

Науковий керівник: **Голодний І.М.**, канд. техн. наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет. .

СВІТЛОДІОДНЕ ОПРОМІНЕННЯ РОСЛИН У ТЕПЛИЦІ.

Анотація. Розроблено і досліджено ширококутову систему опромінення з резонансною системою живлення, проведено математичне моделювання спектрального складу світлодіодного опромінювача, обґрунтована структура і проведено розрахунок резонансної системи живлення опромінювачів, розроблений ширококутовий енергозберігаючий опромінювач.

Ключові слова: опромінення, світлодіодні лампи, опромінювач, модель, теплиця, живильний розчин, гідропоніка, система електроживлення.

Нині більшість тепличних господарств використовують для опромінення рослин натрієві лампи високого і низького тиску та металогалогенні лампи ДРИ [1]. При цьому споживана потужність на

квадратний метр досягає 125 Вт. Спектр натрієвих ламп лише частково замінює природний спектр, необхідний для росту і розвитку рослин.

Науково і практично доведено, що для опромінення рослин можна використовувати джерела світла на основі світлодіодів різного кольору свічення. Застосування світлодіодів як штучних джерел світла дозволить створити ширококутовий опромінювач з регульованим спектром [2].

У теплиці застосовують опромінювачі підвісні з світлодіодними джерелами світла. Споживана потужність опромінювача для освітлення 20 Вт/м^2 складає 300 Вт. Для найкращої рівномірності опромінення необхідно розрахувати оптичний кут розсіювача. Згідно розрахунків для рівномірного освітлення площі 12 м^2 необхідно розмістити 4 джерела опромінення так, щоб радіус опромінення від кожного опромінювача був 1,25 м. Для цього при висоті підвісу 2 м відстань між опромінювачами повинна бути 1,5 м, а між рядами опромінювачів 2 м (рис. 1).

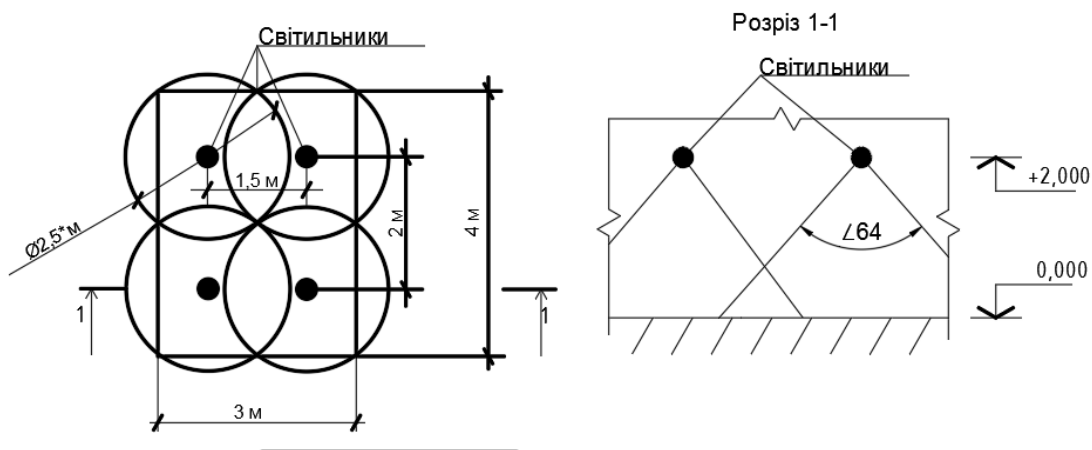


Рис. 1. Розміщення опромінювачів у фрагменті теплиці.

У цьому випадку 4 опромінювача з лінзами розсіювання в 64° , у комплекті яких входить 4 світлодіодні матриці (оранжевий, синій, зелений і УФ) загальною потужністю 300 Вт, створюють необхідну опроміненість фрагменту площею 12 м^2 .

На основі розрахованих спектральних характеристик чотириколіорового світлодіодного опромінювача для секції теплиці 9,6 на 70 м необхідно мати 100 чотириколіорових світильників потужністю 300 Вт, де загальна споживана потужність складе 30 кВт у співвідношенні по кольорам - 1 кВт, 3,2 кВт, 5 кВт та 22 кВт.

Блок-схема широкоплюсної регульованої системи опромінення з резонансним електроживленням представлена на рис. 2.

Блок керування складається з перетворювача частоти, який задає необхідний рівень опроміненості в кожному каналі, і забезпечує плавне включення-вимкнення світильників.

Резонансна система живлення світлодіодів працює так. Напруга мережі, підведена до перетворювача частоти, перетворюється в напругу високої частоти, і подається на резонансний трансформатор, що складається з LC-контурі і вихідної обмотки, з якого напруга подається на лінію, до якої

підключені приймальні трансформатори випрямляча, від яких живляться світлодіоди.

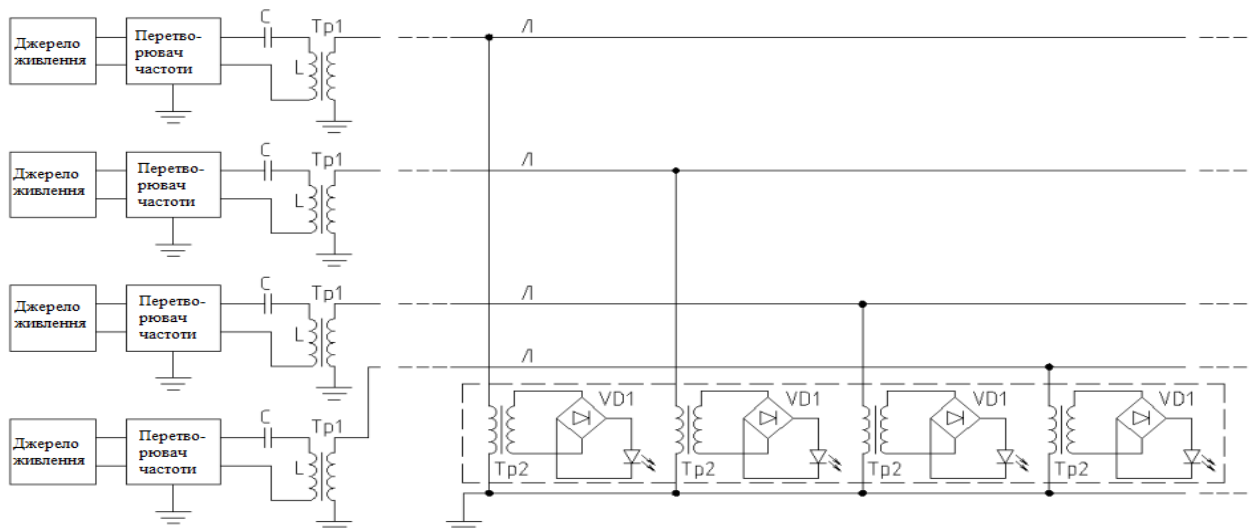


Рис. 2. Схема живлення світлодіодної системи опромінення.

Висновок. Обґрунтовано опромінювальне обладнання, що включає в себе широкосмугові опромінювачі і багатоканальну систему живлення. Розраховані основні характеристики силової частини системи живлення потужністю до 31,2 кВт і параметрів світильників потужністю до 300 Вт.

Список літератури.

1. Промислові теплиці [Електронний курс]: - Режим доступу <http://www.agrisovgas.ru/?b=grintech&products=10>
2. Соколов А. В., Юфєрев Л. Ю., Алфєрова Л. К. Широкополосная система освещения для тепличных растений // Труды международной научно-технической конференции Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2012. – Т. 2. – С. 209 – 212.

УДК 621.3 (477.51)

Максимчук Н.І., студент 4 курсу кафедри ЕЕЕ

Науковий керівник: **Голодний І.М.**, канд. техн. наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет м.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ.

Анотація. Розроблено і досліджено використання захисної апаратури для надійної роботи споживчих трансформаторних підстанцій та підвищення якості електроенергії та її постачання до споживачів.

Ключові слова: електропостачання, електричні мережі, навантаження, напруга, струм, електрична підстанція, роз'єднувач, високовольний запобіжник, автоматичний вимикач.

У населеному пункті споживачі електричної енергії зосереджені на не значній території, а потужності їх порівняно великі. Це зумовлює деякі особливості електропостачання. Сільські електричні мережі здебільшого протяжні і мають велику потужність. Навантаження, наприклад, низьковольтних мереж сільських котеджних будинків коливається від 16 до 40 кВт/км і становить у середньому 25 кВт/км, що значно менше ніж навантаження мереж навіть невеликих міст, де воно становить 10...60 кВт/км.

Повітряними лініями електропередачі охоплені майже всі населені пункти. Однак це не означає припинення робіт з їхнього спорудження. Електричне навантаження в будинках безупинно зростає, з'являється необхідність у розширенні ліній. Нове їхнє будівництво на селі усе більше замінюється систематичною реконструкцією.

Від раціонального рішення задачі електропостачання сільського господарства в значній мірі залежить економічна ефективність застосування електроенергії в побуті населення. Тому першорядна задача правильного є забезпечення якості електроенергії, що подається споживачам і висока надійність електропостачання.

Основним елементом системи електропостачання є споживчі трансформаторні підстанції КТП-10/0,4 кВ або ЗТП-10/0,4 кВ [1, 2]. При проектуванні у колі вищої напруги для створення видимого розриву від мережі трансформатора передбачена установка роз'єднувача, а для захисту від короткого замикання - високовольтні запобіжники. Захист від атмосферних перенапруг зі сторони високої та низької напруги здійснюють вентильні розрядники. Обліку активної електричної енергії на підстанції передбачено лічильником типу СА4У, що включений через трансформатори струму. Обігрів лічильника в зимовий час здійснюється за допомогою дровових резисторів, включення яких здійснюється перемикачем.

З шин трансформатора автоматичними вимикачами живлення подається на лінії напругою 0,38/0,22 кВ. Нульовий провід відведений від шин через струмове реле, яке призначене для відключення лінії при однофазних коротких замиканнях на землю. Котушки незалежних електромагнітних розчіплювачів розраховані на напругу 0,38 кВ. Одна фаза подається на котушку при включенні автоматичного вимикача, а інша — при спрацюванні струмового реле у випадку виникнення однофазного короткого замикання або проміжного реле при перевантаженні силового трансформатора. Струмові реле можуть також спрацьовувати при нерівномірному навантаженні фаз, тобто спрацьовувати хибно. Уникання хибних спрацювань проводиться двома шляхами: перший - перерозподілення більш рівномірно навантаження між фазами; другий - збільшення струму спрацювання струмового реле (у цьому випадку необхідно перевірити чутливість захисту при коротких замиканнях в кінці лінії).

Для захисту від міжфазних коротких замикань на лініях напругою 0,38 кВ застосовані автоматичні вимикачі з електромагнітними та тепловими розчіплювачами.

В процесі експлуатації підстанцій інколи виникає необхідність контролю напруги на шинах (фази А, В і С). На підстанції контроль фазної напруги здійснюється з використанням лампи, вольтметра, що підключається до розетки і пакетного перемикача [3]. Для захисту кола контрольної лампи і розетки від коротких замикань встановлюється запобіжник. Лампа може бути також використана для освітлення приладів розподільчої шафи низької напруги.

Фідером вуличного освітлення, що комутується магнітним пускателем КМ, можна керувати вручну за допомогою перемикача або автоматично за допомогою фотореле ФСК-Г1, розраховане на вмикання вуличного освітлення при освітленні 5 лк і його відключення – при 10 Лк. Захист силового трансформатора від коротких замикань в мережі вуличного освітлення здійснюється за допомогою однополюсних автоматичних вимикачів або запобіжників.

Висновок. Передбачений додатковий захист захист від аварійних режимів роботи трансформатора підвищує пропускну здатність та надійсть і якість електропостачання.

Список літератури.

1. Методичні вказівки з вибору обмежувачів перенапруг нелінійних виробництва підприємства "Таврида Електрик" для електричних мереж 6-35 кВ. - Севастополь, 2002.- 80 с.
2. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Видавництво "Форт", 2017. – 760 с.
3. Охорона праці в галузі. Методичні вказівки щодо виконання розділу у дипломних проектах студентів зі спеціальності "Енергетика сільськогосподарського виробництва.", - Київ, 2000-136 с.

УДК 636. 085:639.64 (082.1)

Голодний І.М.¹, кандидат технічних наук, доцент

Санченко О.В.², кандидат технічних наук

¹*Білоцерківський національний університет*

²*Відокремлений структурний підрозділ “Немішаївський фаховий коледж НУБіП України”*

ПАРАМЕТРИ ОСЬОВОГО НАСОСА. ПРИ РІЗНІЙ ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ.

Анотація. В останні роки в світі набуває розвиток тип нового господарювання – вирощування високопоживних водоростей як сировини для фармакології та парфумерії, а також для харчових та кормових цілей [1]. В той же час відсутність в Україні належних засобів механізації даних технологій стримує цей процес, зокрема, при вирощуванні водорості спіруліни, немає ефективних засобів для перекачування суспензії культури [2].

Ключові слова. Мікроводорості, суспензія, осьовий насос, натиск рідини, потужність, продуктивність, швидкість обертання, коефіцієнт корисної дії.

Метою роботи є обґрунтування та приведення у відповідність співвідношення між натиском рідини, продуктивністю, потужністю та частотою обертання робочого колеса лопатевого насосу.

Результати досліджень. Експериментально визначені числові значення коефіцієнтів корисної дії для розробленого осьового насосу при різних частотах обертання робочого колеса. Всі ККД, крім гідравлічного, із збільшенням частоти обертання робочого колеса насосу підвищуються. Підвищення механічного ККД пояснюється тим, що із збільшенням частоти обертання збільшується і висота подачі. Це приводить до збільшення приводної потужності. Механічні втрати потужності практично залишаються незмінними, тобто доля їх на загальному фоні використання потужності падає, що відбивається на механічному ККД. Підвищення об'ємного ККД при збільшенні частоти обертання зв'язано із зменшенням протікання через проміжок між робочим колесом і корпусом насосу. Зменшення гідравлічних втрат при зменшенні частоти обертання зв'язано із зменшенням швидкості руху рідини через насос, тобто зменшення вихроутворення, втрат на удар при вході і виході.

Висновки і перспективи. При роботі насосу в закритій мережі і зменшенні частоти обертання робочого колеса більше ніж на 10% від номінальної розрахунок потужності, подачі та натиску для даного насосу при поточній частоті обертання в формулу співвідношень між цими параметрами необхідно ввести дольові складові коефіцієнта корисної дії насосу. Похибка розрахунків при цьому не перевищує 5%.

Список літератури.

1. Henrikson R. Earth food Spirulina. – Ronore Enterprises, INC., Laguna Beach, California, 1989. – 189 p.

3. Угинчус А.А. Гидравлика и гидравлические машины. – Харьков: Харьковский государственный университет, 1996. – 399 с.

УДК 621.313.3

Котляр Т.А., магістр

Науковий керівник: **Червінський Л.С.**, доктор технічних наук,
професор.

Національний університет біоресурсів і природокористування України.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЦУКРОВОЇ ЦЕНТРИФУГИ З СИСТЕМОЮ ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ.

Актуальність. Сучасне виробництво в будь-якій галузі, в тому числі сільському господарстві, неможливе без широкого використання електротехнічних приладів і обладнання. Провідна роль в цьому широкому діапазоні належить електричному приводу.

В залежності до вимог технологічного процесу широкого застосування набули асинхронні електродвигуни змінного струму та двигуни постійного струму.

Основні матеріали досліджень. Відповідно до типу електроприводу використовуються два типи регульованих джерел живлення. У першому випадку це керовані випрямлячі, які забезпечують перетворення змінної напруги промислової мережі в однополярну напругу зі струмом з одночасною можливістю регулювання їх середнього значення. В даному випадку використовується двигун постійного струму. У другому випадку в якості джерела живлення використовуються перетворювачі частоти з проміжним джерелом постійного струму. Спочатку напруга промислової мережі випрямляється, перетворюючись в однополярну пульсуючу, яка в подальшому фільтрується і стає постійною. Далі постійна напруга інвертується, перетворюючись в змінну.

Це перетворення дозволяє отримати змінну напругу з регульованою частотою. У сучасних частотно-регульованих приводах використовують асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором.

В електроприводах робочих машин найбільше часто застосовуються асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором серій 4А, 4АМ та АИ.

Для підвищення ефективності їх роботи в даний час завдяки розвитку силової перетворювальної техніки створені і серійно випускаються різні види напівпровідникових перетворювачів частоти, що визначило

випереджальний розвиток і широке застосування частотно-регульованого асинхронного електропривода.

Основними перевагами цієї системи регульованого електропривода є:

- Плавність регулювання і висока жорсткість механічних характеристик, що дозволяє регулювати швидкість в широкому діапазоні;
- Економічність регулювання, обумовлена тим, що двигун працює з малими величинами абсолютного ковзання, і втрати в двигуні не перевищують номінальних.

Для ефективної роботи дифузійної центрифуги при виробництві цукру для підтримки моменту на постійному рівні необхідно в усьому діапазоні регулювання при малих частотах зменшувати напругу в меншій мірі, ніж знижується частота в діапазоні 210 - 2100 об/хв.

Тому управління приводом виконує частотний перетворювач з широтно-імпульсним управлінням (ППІ з ШІМ) по заданій формулі співвідношення напруга / частота, перетворювач забезпечує плавний пуск асинхронного двигуна і зменшує пускові струми в 4-5 разів.

Частотний перетворювач сприяє економії по споживанню енергії до 50%, з'являється можливість вмикання зворотних зв'язків між суміжними приводами, тобто автоматичне налаштування обладнання під поставлені вимоги і зміна умов роботи всієї системи.

Висновки. Для підвищення ефективності роботи дифузійної центрифуги з виробництва цукру обґрунтовано керування роботою електропривода центрифуги за допомогою частотного перетворювача.

Управління електроприводом виконується за допомогою частотний перетворювач з широтно-імпульсним управлінням (ППІ з ШІМ) по заданій формулі співвідношення напруга / частота, перетворювач забезпечує плавний пуск асинхронного двигуна і зменшує пускові струми в 4-5 разів.

Частотний перетворювач сприяє економії по споживанню енергії до 50%, з'являється можливість вмикання зворотних зв'язків між суміжними приводами, тобто автоматичне налаштування обладнання під поставлені вимоги і зміна умов роботи всієї системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. Електропривод виробничих машин і механізмів. Навчальний посібник з виконання курсової роботи для спеціальності 141 «електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». / Вінниця: ВНАУ, 2016.- с.92.
2. Червінський Л.С. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва/ А.В.Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк, С.М. Кравченко, В.В. Іщенко, Л.С. Червінський//Підручник, Київ , «Агроосвіта». 2012, 2 тома, - 900 с.

3. Червінський Л.С. Моделювання регульованого електропривода /Голодний І.М., Лавріненко Ю.М., Червінський Л.С. /Підручник МОН К.: Агрармедіагруп. 2013.-236 с.
4. Червінський Л.С. Довідникова книга з енергетики/ Волох П.В., Цоколенко М.П., Червінський Л.С. і др./Навчальний посібник, Київ, «Аграрна освіта», 2014 – 506 с.

СОНЯЧНА, ТА ВІТРОВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА.

УДК 621.311.243

Трегуб М.І.¹, доктор технічних наук, професор,
Козирський В.В.², доктор технічних наук, професор,
Чуба В.В.¹, кандидат технічних наук, доцент,
Тарасюк О.І.³, інженер.

¹ Білоцерківський національний аграрний університет.

² Директор Технопарку «Innovations and SMA technologies» LLC АЛОТЕК (Україна, Польща).

³ Київобленерго.

ОБґРУНТУВАННЯ ТИПІВ ТА МЕТОДІВ ПРОЕКТУВАННЯ ВІТРОФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОРОЖНЬОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ.

Сучасні автомагістралі потребують підвищення рівня автономного енергозабезпечення для живлення дорожньої інфраструктури за рахунок поновлюваних енергоджерел. Таке завдання обумовлене необхідністю освітлення автодоріг та дорожніх знаків у нічний період не лише в населених пунктах, але і на значних відстанях, де відсутні споживчі електромережі. Сьогодні можна спостерігати швидке зростання кількості придорожніх вузлових фотоелектричних панелей з нічними світильниками, встановлених на вертикальних опорах за межами смуг руху на прилеглих територіях. Таке фотоелектричне обладнання вже показує позитивну економічну ефективність застосування в умовах безперервного покращення їх технічних показників в конкурентному середовищі основних світових виробників оскільки постійно підвищується надійність та енергетичні показники одночасно зі зниженням цін на світовому ринку. Однак існують об'єктивні недоліки фотоелектричних джерел генерування, викликані сезонними явищами недостатньої денної інсоляції особливо в осінньо-зимовий період, коли також найдовші темні ночі. Одночасно в цей же період спостерігається більш рівномірний вітроенергетичний потенціал, особливо в поєднанні з повітряними потоками, що виникають від руху автотранспорту. Проте досі відомі лише поодинокі приклади комбінованого використання фотоелектричних та вітроенергетичних установок для енергозабезпечення електроспоживачів дорожньої інфраструктури. Це можна пояснити

відсутністю раціональної методології загальної архітектури та обґрунтованих методів проектування комбінованих вітрофотоелектричних установок саме автодорожнього типу.

Метою досліджень було розробка методології побудови вітрофотоелектричної установки для енергозабезпечення електрообладнання дорожньої інфраструктури за рахунок поновлюваної енергії сонця, вітру та повітряних потоків, створених рухом автотранспорту по автотрасі.

Ефективна робота фотоелектричної установки потребує наявності відкритої місцевості без затінення висотними будівлями та спорудами і такі умови є скрізь обабіч автомобільних доріг за межами населених пунктів, де найбільш актуальним є автономне електроживлення автодорожньої інфраструктури від поновлюваних енергоджерел. Одночасно для вітроелектричної установки необхідними умовами є наявність вітрової активності на місцевості та повітряних потоків від автотранспорту. Дані вимоги враховують при визначенні раціонального місця встановлення вітрофотоелектричної установки. Загальну технологічну схему вітрофотоелектричної установки можна зобразити структурною блок-схемою (Рис.1)

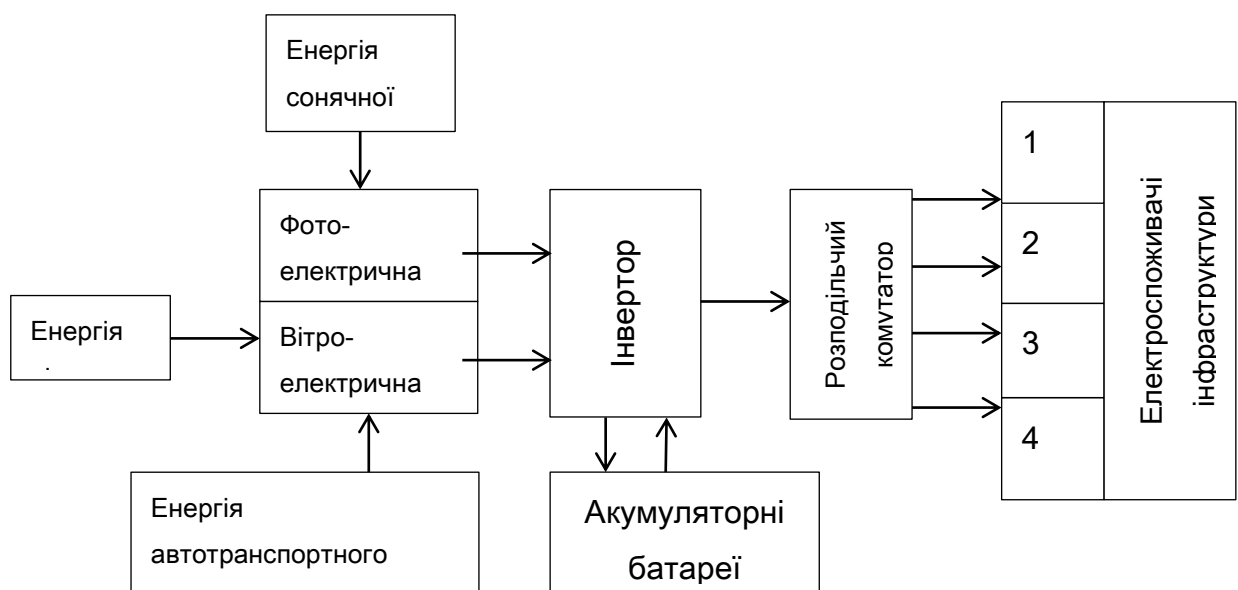


Рис.1. Блок-схема системи живлення автодорожньої інфраструктури з вітрофотоелектричною установкою.

Технічна можливість використання сумарної дії вітрового потоку і повітряного потоку від руху автотранспорту потребує встановлення вітроелектричної установки на певній відстані від автотраси та на деякій висоті від земної поверхні. Тому конструктивні варіанти вітрової турбіни можуть бути різними. Наприклад, нижня частина ротора вітрової турбіни розрахована для ефективного використання повітряних потоків від руху автотранспорту, а верхня частина для ефективного використання енергії вітру, швидкість якого більша на більшій висоті. При цьому необхідно

враховувати компактність та мінімальний негативний вплив на безпеку дорожнього руху автотранспорту.

Відповідно до описаних регламентованих обмежень розроблена загальна методика проектування вітрофотоелектричної установки за наступними стадіями.

1. Визначення типу вертикально-осьової вітроустановки найбільш відповідної для побудови комбінованої конструкції з блоком фотоелектричних панелей і механізмами керування.

2. Вибір варіанту загальної архітектури вітрофотоелектричної установки.

3. Розробка основних елементів конструкції з розрахунками силових навантажень та вибором конструктивних матеріалів.

4. Розробка вузлів і механізмів та рухомих ланок установки.

5. Конструювання комбінованої установки окремими модулями і блоками для високої ремонтпридатності та спрощення способів монтажу.

Загальною метою проектування було розроблення енергоефективної вітрофотоелектричної установки, призначеної для одночасного отримання електроенергії з горизонтальних вітрових потоків та потоку енергії сонячного випромінювання. Поставлене завдання виконується за рахунок того, що лопатеві поверхні виготовлені на циліндричному каркасі, встановленому на підшипниках на вертикальній поворотній стійці, на якій знизу під лопатевим ротором встановлений аксіальний генератор, нижче під яким закріплений механізм азимутального повороту і зенітного нахилу фотоелектричних панелей, які встановлені зверху над лопатевим ротором. На верхній і нижній основах циліндричного каркасу ротора виконані крильчасті лопаті з викрученою поверхнею пропорційно відстані від осі обертання. За такої будови досягається технічний результат, який полягає у підвищенні ефективності використання горизонтальних вітрових потоків одночасно з різних напрямів та висхідних теплових і відцентрових потоків, а також повною керованістю азимутальним поворотом і зенітним нахилом фотоелектричних панелей. Конструктивна схема установки показана на рис.2.

Принцип дії розробленої вітрофотоелектричної установки полягає в тому, що горизонтальні вітрові потоки з будь-яких напрямів створюють більший аеродинамічний тиск на увігнуту робочу поверхню лопатей ніж на випуклу і в результаті цього лопатевий ротор обертається лише в одному напрямі навколо вертикальної стійки. Крім того вітрові потоки з різних напрямів, потрапляючи через наскрізні прорізи 10 всередину циліндричної оболонки 7 створюють вихровий рух і додаткові сили у напрямі обертання. Висхідні теплові потоки всередині циліндричної оболонки створені за рахунок нагрівання її сонцем, а також за рахунок нагрівання фотоелектричних панелей, встановлених над лопатевим ротором і діють на крильчасті лопаті 13, викликаючи додаткові сили в напрямі обертання. Вертикальні повітряні потоки крім того охолоджують фотоелектричні панелі

6, що підвищує їх потужність та ресурс. Механічна енергія обертального руху від корпусу циліндричної оболонки 7 передається через вертикальні тяги 12 на ротор електрогенератора 11, виробляючи електричну енергію. У фотоелектричних панелях 6 енергія сонячного випромінювання перетворюється в електричну енергію постійного струму. Виходи вітроелектричного генератора і фотоелектричних панелей приєднуються до інвертора через різні вхідні канали.

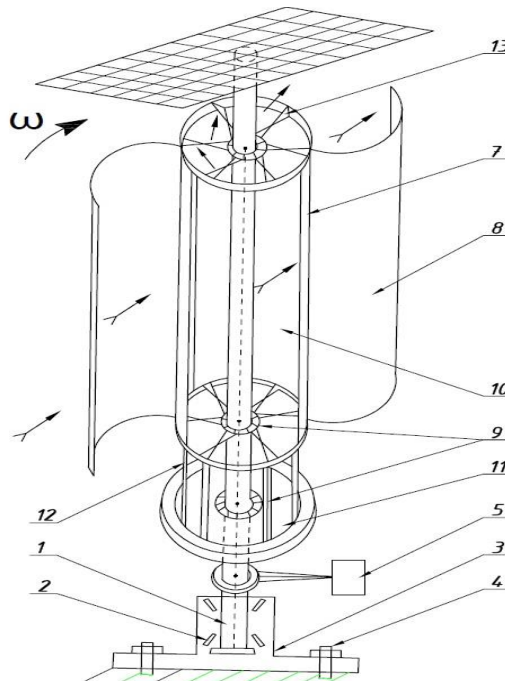


Рис. 2. Конструктивна схема вітрофотоелектричної установки.

Висновки.

1. Побудова комбінованої вітрофотоелектричної установки для дорожньої інфраструктури є раціональним рішенням, оскільки без збільшення площі встановлення дозволяє збільшити загальну встановлену потужність.

2. Блочна конструкція установки принципово дозволяє виконувати механізми азимутальної та зенітної орієнтації фотоелектричних панелей без впливу на роботу вітрової турбіни.

Список літератури.

1. Обґрунтування вітрофотоелектричної установки для електропостачання об'єктів автодорожньої інфраструктури/ Козирський В.В., Волошин С.М., Петренко А.П., **Тарасюк О.І.**, Трегуб М.І. // Енергетика і автоматика. - К.: НУБіП 2022, №4. DOI: 10.31548/energiya 2022.04.034

2. Вітрофотоелектрична установка. Патент 153513, МПК F03D3/00 H02S10/12, заявник і патентовласник Білоцерківський національний аграрний університет. - № u202106225; заявл. 05.11.2021; опубл. 19.07.2023, Бюл. № 29. Трегуб М.І., Козирський В.В., **Тарасюк О.І.**, Петренко А.В.

ЕНЕРГІЯ БІОМАСИ.

УДК 633.522:662.63.

Шейченко В.О., д-р. техн. наук, професор

Полтавський державний аграрний університет

Петраченко Д.О., канд. техн. наук,

Відокремлений структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий коледж Сумського національного аграрного університету.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЛУШПИННЯ НАСІННЯ ПРОМИСЛОВИХ КОНОПЕЛЬ У СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ПЕРЕРОБКИ.

У роботі розглянуто лушпиння насіння промислових конопель як перспективний біоенергетичний ресурс для аграрних підприємств. Показано, що при переробці насіння на харчові продукти формується значний потік лушпиння, який нині здебільшого не має цілеспрямованого використання. Проаналізовано хімічний склад та енергетичні характеристики конопляного лушпиння у порівнянні з іншими видами агробіомаси, розглянуто можливості його спалювання, брикетування, пелетування та включення до біорефінерійних схем. Обґрунтовано доцільність інтеграції цього побічного продукту в локальні паливно-енергетичні баланси аграрних підприємств. Зроблено висновок про потенціал лушпиння насіння промислових конопель як елемента стратегії енергетичної самодостатності сільськогосподарського виробництва.

Ключові слова: промислові коноплі; лушпиння насіння; енергія біомаси; паливні пелети; біорефінерія.

При переробці насіння промислових конопель на ядро формується значний обсяг побічної продукції, насамперед лушпиння, яке в існуючих виробничих практиках здебільшого не має цілеспрямованого застосування й часто розглядається як маловартісний відхід. З урахуванням лігноцелюлозної природи цієї сировини та зростаючого попиту на відновлювані джерела енергії продукцію переробки конопель, зокрема лушпиння, доцільно інтегрувати в сектор біоенергетичних ресурсів, розглядаючи її як резерв паливної сировини для аграрних підприємств. Метою роботи є узагальнення наукових даних щодо складу та енергетичних характеристик лушпиння насіння промислових конопель, а також визначення перспектив його використання як біоенергетичного ресурсу в аграрному секторі.

В Інституті луб'яних культур НААН розроблено технологію промислового обрешування насіння промислових конопель для одержання харчового ядра. Встановлено, що при переробці підготовленого насіння можна одержувати близько 28,0-38,0% готового до споживання конопляного ядра, тоді як кількість лушпиння залежить від фізико-механічних властивостей сировини та може сягати 55-65% від її початкової маси [1]. Таким чином, у структурі продуктів переробки насіння формується значний потік лушпиння, для якого необхідно обґрунтувати енерго- та ресурсоефективні напрями використання.

Порівняльний аналіз хімічного складу лушпиння насіння соняшнику та промислових конопель показує, що обидва види сировини є типовими представниками рослинної лігноцелюлозної біомаси. Лушпиння соняшнику містить [2] орієнтовно 3,4% протеїну, 3,0% жиру, 61,1% клітковини, 2,83% золи та 29,7% безазотистих екстрактивних речовин, тоді як для лушпиння конопель [1] ці показники становлять відповідно 12,82; 19,49; 37,70; 4,92 та 25,07%. Отже, конопляне лушпиння характеризується підвищеним вмістом протеїну та жиру при дещо нижчій частці клітковини, що зближує його з висококалорійними агровідходами та створює передумови для ефективного енергетичного використання.

За даними [3] вивчення якості сухої фітомаси конопель показало, що її валова теплота згоряння становить орієнтовно 17,8-19,8 МДж/кг за низького вмісту золи (2,1-4,4 %). Це співставно з енергетичними показниками більшості енергетичних культур та традиційних агровідходів, що дозволяє розглядати конопляне лушпиння як перспективну сировину для виготовлення брикетів і пелет.

Можливість енергетичного використання лушпиння насіння промислових конопель додатково підтверджується результатами детальних техніко-екологічних досліджень пелет на основі конопляної біомаси. Показано, що теплота згоряння пелет з конопляної сировини може досягати 17 МДж/кг при задовільних показниках вологості, зольності та елементарного складу [4].

Одним з ефективних інструментів підвищення паливно-енергетичних характеристик та механічної міцності пелет є копресування конопляних відходів з іншими видами біомаси. Було показано, що при спільному пелетуванні конопляних решток з деревною тирсою та лігніном можна досягти покращення стабільності палива, зменшення схильності до утворення корозійно активних сполук, а також оптимізації гранулометричних та міцнісних показників кінцевого продукту [5]. Для конопляного лушпиння це відкриває можливість використання його у вигляді компоненту багатокомпонентних паливних композицій, де воно поєднується з наявними в господарстві відходами деревини чи іншими агробіомасами.

Окремий напрям передбачає залучення конопляного лушпиння до біорефінерійних схем, де енергетична утилізація поєднується з одержанням цінних хімічних продуктів. Доведено, що лушпиння насіння конопель є перспективною сировиною для С5-біорефінерії з одержанням ксилози та активованого вугілля [6]. Використання метансульфонової кислоти для гідролізу геміцелюлоз з лушпиння забезпечує вищий вихід ксилози порівняно з традиційною сірчаною кислотою, а подальша активація твердого залишку дозволяє отримувати активоване вугілля з розвиненою питомою поверхнею, придатне для застосування в системах накопичення енергії. Для агропідприємств це створює передумови побудови інтегрованих технологічних ліній, де конопляне лушпиння одночасно виступає джерелом теплової енергії та сировиною для високододаної хімічної продукції.

Розроблена в Інституті луб'яних культур НААН технологія промислового обрушування насіння забезпечує стабільний потік лушпиння, який може бути залучений до виробництва твердого біопалива та біорефінерійних продуктів, формуючи надійну сировинну базу для малої та середньої аграрної енергетики. Узагальнення наукових джерел і технологічних рішень свідчить, що інтеграція цього побічного продукту в біоенергетичні схеми здатна зменшити залежність агропідприємств від викопних енергоносіїв та сприяти розвитку циркулярних моделей використання біомаси.

Список літератури.

1. Петраченко Д.О. Напрями використання лушпиння насіння промислових конопель. *Олійні культури: сьогодення та перспективи*: зб. тез міжнар. наук. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 21 березня 2023 року). Запоріжжя, 2023. С. 134-135
2. Склярєнко Ю., Воробйов Л. Енергетичні характеристики композитних біопалив на основі лушпиння соняшнику. *Traektoriâ Nauki*. 2019. № 03.Р. 3001-3010.
3. Titei V., Gadibadi M., Guțu A. et al. Biomass quality of hemp, *Cannabis sativa* L., and prospects of its use for various energy purposes // *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. - 2020. - Vol. LXIII, No. 2. - P. 330-337.
4. Knutel B., Gaze B., Wojtko P. et al. Multifaceted analysis of the use of catalytic additives for combustion with hemp pellets in a low-power boiler // *Energies*. - 2022. - Vol. 15, No. 6. - Art. 2034.
5. Stulpinaite U., Tilvikiene V., Zvicevicius E. Co-pelletization of hemp residues and agricultural biomass: Effect on pellet quality and stability // *Energies*. - 2023. - Vol. 16, No. 16. - Art. 5900.
6. Malayil S., Loughran L., Ulken F.M., Satyavolu J. Exploring hemp seed hull biomass for an integrated C-5 biorefinery: Xylose and activated carbon // *Journal of Bioresources and Bioproducts*. - 2024. - Vol. 9, Iss. 3. - P. 310-321.

УДК 620. 92: 621.8.036

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

Демещук В.А., інженер.

Білоцерківський національний аграрний університет.

МАЛОЕНЕРГОВИТРАТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РОСЛИН.

Проаналізовано технологічні та енергетичні витрати на вирощування, збирання й переробку рослинних палив та обґрунтовано малоенерговитратні технології їх використання для енергетичних потреб.

Висвітлено технологію вирощування міскантусу в умовах виробничої плантації навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету площею 12 га протягом 2013–2019 років.

Аргументовано перспективність вирощування міскантусу гігантського в умовах Білоцерківського району за такими аспектами як простота технології розмноження, механізація садіння кореневищ модернізованою розсадопосадильною машиною СКН-6, малоенерговитратною технологією переробки і використання у твердопаливних котлах і газогенераторах двигунів внутрішнього згоряння з отриманням електроенергії та утилізацією тепла для опалення і водонагрівання.

Надано рекомендації по підготовці садивного матеріалу міскантусу, що забезпечить ефективні сходи, підвищення життєздатності та розвиток рослин.

Акцентовано увагу на важливості вирішення технічної проблеми ущільнення подрібненої сухої рослинної маси міскантусу безпосередньо перед подачею у твердопаливні котли або газогенератори двигунів внутрішнього згоряння з використанням серійних механізмів.

Ключові слова: енергетичні рослини, енергоефективна переробка, рослинні палива, паливні пелети, малоенерговитратні технології, енергонезалежність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним із перспективних напрямів відновлюваної енергетики є використання рослинної продукції на паливні потреби. Це дозволить зменшити енергетичну залежність від нафти, газу та вугілля, що особливо актуально для сільськогосподарського виробництва, де безпосередньо вирощують ці енергетичні культури. Проте різні складові урожаю енергетичних рослин для використання як органічних палив потребують енерговитратних технологій підготовки до застосування у паливних пристроях. Важливим завданням є обґрунтування найменш затратних технологічних процесів вирощування, збирання та переробки для використання у різних типах паливних пристроїв. Існуючі технології виробництва паливних брикетів і пелетів майже скрізь потребують стаціонарних переробних цехів з великими транспортними та виробничими витратами. Малоенерговитратні технології вирощування, переробки і використання рослинних палив сьогодні найчастіше досліджуються за окремими темами. Так, наприклад, рослинники досліджують перспективні види енергетичних рослин: кукурудзи [2], енергетичної верби [3], свічаграсу [4], міскантусу [5]. Енергетики розробляють та досліджують малоенерговитратні технології і технічні засоби переробки врожаю енергетичних рослин та виділення з них енергії шляхом спалювання непереробленої рослинної маси [6], паливних пелет [7], генераторного газу або моторних біопалив [8], [9]. Мета дослідження – обґрунтування енергоефективних технологій, технологічних процесів і технічних засобів для виробництва і використання рослинної маси енергетичних культур; удосконалення процесів механізованого вегетативного розмноження міскантусу, яке б дозволило швидко отримувати власний садивний матеріал для створення цільової плантації площею 57 га

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.

Одним із перспективних напрямів відновлюваної енергетики є використання рослинної продукції на паливні потреби. Це дозволить зменшити енергетичну залежність від нафти, газу та вугілля, що особливо актуально для сільськогосподарського виробництва, де безпосередньо вирощують ці енергетичні культури. Проте різні складові урожаю

енергетичних рослин для використання як органічних палив потребують енерговитратних технологій підготовки до застосування у паливних пристроях. Важливим завданням є обґрунтування найменш затратних технологічних процесів вирощування, збирання та переробки для використання у різних типах паливних пристроїв. Існуючі технології виробництва паливних брикетів і пелетів майже скрізь потребують стаціонарних переробних цехів з великими транспортними та виробничими витратами. Малоенерговитратні технології вирощування, переробки і використання рослинних палив сьогодні найчастіше досліджуються за окремими темами. Так, наприклад, рослинники досліджують перспективні види енергетичних рослин: кукурудзи [2], енергетичної верби [3], свічаграсу [4], міскантусу [5]. Енергетики розробляють та досліджують малоенерговитратні технології і технічні засоби переробки врожаю енергетичних рослин та виділення з них енергії шляхом спалювання непереробленої рослинної маси [6], паливних пелет [7], генераторного газу або моторних біопалив [8], [9]. Мета дослідження – обґрунтування енергоефективних технологій, технологічних процесів і технічних засобів для виробництва і використання рослинної маси енергетичних культур; удосконалення процесів механізованого вегетативного розмноження міскантусу, яке б дозволило швидко отримувати власний садивний матеріал для створення цільової плантації площею 57 га.

Проаналізовано технологічні та енергетичні витрати на вирощування, збирання й переробку рослинних палив та обґрунтовано малоенерговитратні технології їх використання для енергетичних потреб. Висвітлено технологію вирощування міскантусу в умовах виробничої плантації навчально-виробничого центру Білоцерківського національного аграрного університету площею 12 га протягом 2013–2019 років.

Аргументовано перспективність вирощування міскантусу гігантського в умовах Білоцерківського району за такими аспектами як простота технології розмноження, механізація садіння кореневищ модернізованою розсадосадильною машиною СКН-6, малоенерговитратною технологією переробки і використання у твердопаливних котлах і газогенераторах двигунів внутрішнього згоряння з отриманням електроенергії та утилізацією тепла для опалення і водонагрівання.

Надано рекомендації по підготовці садивного матеріалу міскантусу, що забезпечить ефективні сходи, підвищення життєздатності та розвиток рослин. Акцентовано увагу на важливості вирішення технічної проблеми ущільнення подрібненої сухої рослинної маси міскантусу безпосередньо перед подачею у твердопаливні котли або газогенератори двигунів внутрішнього згоряння з використанням серійних механізмів.

Матеріал і методи дослідження.

Аналіз енергетичних витрат сучасних технологій виробництва паливних пелет з енергетичних рослин. Побудова та розрахунок

енергетичних витрат у графічних моделях розроблених технологічних процесів. Технологія вирощування міскантусу в НВЦ БНАУ на виробничій плантації площею 12 га протягом 2013–2019 років:

1. Скошування надземної частини в розсаднику площею 1,2 га з подрібненням виконували самохідним кормозбиральним комбайном Е-281С.

2. Підкопування садивного матеріалу виконували центральною секцією культиватора плоскоріза КПШ-5 в агрегаті з трактором МТЗ-82.

3. Вибирання та розділення садильного матеріалу на ризоми виконували вручну за допомогою секаторів з наступним пакуванням у мішки.

4. Після збирання сої на площі висаджування вносили по 30 т гною на 1 га агрегатом МТЗ 80 +ПРТ-7.

5. Зяблеву оранку виконували агрегатом Т-150К+ПЛН-5-35.

6. Весняну передсадильну культивацію виконували агрегатом МТЗ-82+КПС-4.

7. Садіння ризом міскантусу виконували агрегатом МТЗ-80+СКН-6А з модернізованим робочим механізмом.

8. Прикочування виконували агрегатом МТЗ-82+КЗК-6.

9. Післясадильне внесення гербіцидів виконували агрегатом МТЗ-82+ОН- 800.

Застосування гербіцидів було одноразове на весь термін вирощування, викликане високою забур'яненістю площі, з метою кращого виживання розсади міскантусу.

Для встановлення впливу розмірів кореневищ на відростання рослин саджанці висаджували модернізованою 4-рядною розсадосадильною машиною СКН-6А на глибину 12–15 см. Після посадки проводили коткування кільчасто-зубовими котками КЗК-6.

Результати дослідження.

Для загального аналізу енергетичних процесів сільськогосподарського виробництва побудовано схему енергетичного балансу та систему зв'язків між енерговитратами та поповненням енергетичних ресурсів за рахунок поновлюваних енергоджерел, наприклад вітроенергетиків.

Сумарний енерговміст отриманого урожаю позначений на схемі W_u далі розподіляється у тваринництво W_{ut} , на переробку W_{up} і безпосередньо на споживання W_{us} , а також частково повертається у ґрунт енергетично вираженою W_{ug} масою залишків рослинної органіки. Частина розподіленої енергії урожаю з тваринництва, переробки та споживання повертається у формі утилізованих відходів та біопалив відповідно W_{wt} , W_{wp} , W_{ws} на поповнення енергетичних ресурсів. Аналогічно позначено всі зображені енерговитрати. Наприклад, сумарні енергетичні витрати у рослинництві визначаються виразом: $W_P = W_b + W_p + W_g$, (1),

де W_b – прямі та матеріалізовані енерговитрати на добрива і водозабезпечення; W_g – на механічний обробіток ґрунту; W_p – на безпосередні обробки рослин при їх вирощуванні. Витрати енергоресурсів

W_t , W_p , W_c – відповідно у тваринництві, переробних технологіях та сфері споживання.

Поповнення енергоресурсів відбувається переважно за рахунок непоновлюваних видобутих з надр енергоносіїв W_{nn} , а також у незначних обсягах звідти поновлюваних видів енергії W_{np} . Рослини під час вегетації в процесі фотосинтезу акумулюють у своїй масі енергію фотосинтезуючого потоку сонячної радіації $W_{фр}$, яка є частиною загального потоку енергії сонця, що характеризується [10] сонячною сталою $J = 1,37 \text{ кВт/м}^2$ за межами тропосфери. Тобто кількісно процес акумулювання сонячної енергії рослинами можна оцінити за тривалістю вегетації рослин у період найвищої сонячної інсоляції та площею активної листової поверхні. Тому загальне визнання у кормовиробництві належить багаторічним кормовим рослинам, наприклад люцерні з кількома укосами протягом вегетаційного періоду. На сільськогосподарських угіддях, розташованих у Білоцерківському районі, сонячна інсоляція, у складі якої є фотосинтезуюча активна радіація, має виражений сезонний характер, типовий для центрального лісостепу. Аналіз річного графіка сонячної інсоляції дозволяє зробити висновок, що найбільш продуктивні ті енергетичні рослини, які у весняний, літній та осінній періоди мають велику листову поверхню і безперервну вегетацію та нарощування рослинної маси. До таких енергетичних високоурожайних культур належать різні типи рослин, наприклад, міскантус, енергетичні верба й тополя та ін. Однак кожна з таких культур має біологічні особливості, які визначають раціональні технологічні процеси вирощування і відповідні технічні засоби для їх збирання, переробки та використання. Важливою умовою доцільності вирощування енергетичної культури є відсутність жорстких вимог до її розмноження, догляду та удобрення і строків дозрівання рослинної маси. Однією з енергетичних рослин, яка задовольняє названим вимогам є *Miscanthus sinensis* форми *Giganteus*. Переваги міскантусу як біопаливної культури [11, 12]: • продуктивність міскантусу на енергетичних плантаціях – 20–25 т/га сухої маси; • вирощування на одному місці до 25 років. Біомасу збирають щорічно [12, 13]; • низька собівартість вирощування біомаси; • вирощування доцільне в районах забруднення і з низьким сільськогосподарським потенціалом; • на момент збирання (взимку) рослини висихають до рівня вологості 15–20 % і не потребують додаткового висушування; • біомасу безпосередньо використовують на вироблення тепла або переробляють у паливні брикети чи пелети. Біопаливо з міскантусу має ряд переваг, які полягають у нижчій вартості, екологічності та енергетичній незалежності. Використання для опалення біомаси з 1 га енергетичної плантації за теплоутворюючою здатністю еквівалентно 9340 м³ природного газу або 21,857 т подрібненої деревини. Собівартість тепла з нього в середньому в три рази нижча, ніж тепла, виробленого з традиційного палива на основі природного газу. В Європі міскантус вважають найбільш низькозатратною рослиною для виробництва біопалива. Його вирощують для дослідних і комерційних цілей у Великобританії, Німеччині, Данії, Франції,

Японії і Сполучених Штатах, де посадки міскантусу підтримуються урядом, і фермери отримують щорічні субсидії для розвитку цієї культури [14, 15].

Враховуючи актуальність питання створення плантацій енергетичних культур, на дослідному полі Білоцерківського НАУ в 2013 році було закладено розсадник міскантусу на площі 1,2 га.

Міскантус виду *giganteus* не утворює насіння, бо є триплоїдом і має стерильний пилок. Тому його розмножують вегетативним шляхом. Відомо 3 способи вегетативного розмноження: • поділом кореневищ; • саджанцями, отриманими з культур *in vitro*; • укоріненням міжвузлів. При розмірі кореневищ 10–12 см відсоток відростання рослин коливався в межах 80–90 %, а при розмірі до 10 см – лише до 45 %. Крім того, рослини, які розвивалися з більш крупних кореневищ у перший рік вегетації були на 15–22 % вищими за ті, що розвивалися з дрібних кореневищ. Кількість стебел при висадці кореневищ розміром 10–12 см також була більшою на 30 % порівняно з кореневищами розміром до 10 см. Таким чином, міскантус може успішно розмножуватися поділом кореневищ із застосуванням описаної механізованої технології, при цьому розмір ризом повинен бути не менше 12–15 см, що забезпечить більший відсоток відростання. Рослини будуть більш розвиненими та життєздатними. У наступні роки відбувається заростання прогалин суцільної площі вирощування міскантусу. Важливим аспектом механізованих технологій вирощування і збирання міскантусу є його здатність зміцнювати кореневищами поверхню ґрунту для руху збиральної техніки.

Міскантус, із його майже чотириметровим стеблом і мітлоподібним пухнастим суцвіттям без насіння, є гарною енергетичною сировиною, тому що містить велику кількість целюлози – 64–71 %. При вирощуванні міскантусу вуглекислий газ, що поглинається ним у процесі росту відповідає масі сполук вуглецю, виділених при спалюванні. Тобто існує баланс вуглецю в замкненому циклі. Крім того, вирощування міскантусу створює позитивний баланс гумусу в порівнянні з іншими культурами (верба, тополя), тому що після 4 років вирощування міскантус накопичує 15–20 т підземної біомаси, що еквівалентна 7,2–9,2 т вуглецю на гектарі.

До переваг міскантусу слід додати відсутність у нього зональних шкочинних шкідників та хвороб. Крім малоенерговитратних механізованих технологій вирощування та збирання міскантусу, велике значення має технологія спрощеної переробки та використання його сухої рослинної маси. Традиційно застосовують технології переробки його в товарні форми паливних брикетів чи пелетів, подібно до інших видів рослинної маси, як наведено в таблиці 1. 78 Міскантус виду *giganteus* не утворює насіння, бо є триплоїдом і має стерильний пилок. Тому його розмножують вегетативним шляхом. Відомо 3 способи вегетативного розмноження: • поділом кореневищ; • саджанцями, отриманими з культур *in vitro*; • укоріненням міжвузлів. При розмірі кореневищ 10–12 см відсоток відростання рослин коливався в межах 80–90 %, а при розмірі до 10 см –

лише до 45 %. Крім того, рослини, які розвивалися з більш крупних кореневищ у перший рік вегетації були на 15–22 % вищими за ті, що розвивалися з дрібних кореневищ. Кількість стебел при висадці кореневищ розміром 10–12 см також була більшою на 30 % порівняно з кореневищами розміром до 10 см. Таким чином, міскантус може успішно розмножуватися поділом кореневищ із застосуванням описаної механізованої технології, при цьому розмір ризом повинен бути не менше 12–15 см, що забезпечить більший відсоток відростання. Рослини будуть більш розвиненими та життєздатними. У наступні роки відбувається заростання прогалин суцільної площі вирощування міскантусу. Важливим аспектом механізованих технологій вирощування і збирання міскантусу є його здатність зміцнювати кореневищами поверхню ґрунту для руху збиральної техніки. Міскантус, із його майже чотириметровим стеблом і мітлоподібним пухнастим суцвіттям без насіння, є гарною енергетичною сировиною, тому що містить велику кількість целюлози – 64–71 %. При вирощуванні міскантусу вуглекислий газ, що поглинається ним у процесі росту відповідає масі сполук вуглецю, виділений при спалюванні. Тобто існує баланс вуглецю в замкненому циклі. Крім того, вирощування міскантусу створює позитивний баланс гумусу в порівнянні з іншими культурами (верба, тополя), тому що після 4 років вирощування міскантус накопичує 15–20 т підземної біомаси, що еквівалентна 7,2–9,2 т вуглецю на гектарі. До переваг міскантусу слід додати відсутність у нього зональних шкочочинних шкідників та хвороб. Крім малоенерговитратних механізованих технологій вирощування та збирання міскантусу, велике значення має технологія спрощеної переробки та використання його сухої рослинної маси. Традиційно застосовують технології переробки його в товарні форми паливних брикетів чи пелетів.

Наведені форми зручні в користуванні, однак потребують значних енергетичних витрат на подрібнення до борошноподібного стану і наступного пресування в деяких технологіях із додаванням клеючої речовини. Отже, побудова стаціонарного переробного комплексу та дотримання всієї технології переробки є затратним заходом, особливо для фермерів. Тому для фермерських господарств можна запропонувати спрощену малоенерговитратну технологію використання міскантусу на енергетичні потреби.

Збирання сухої рослинної маси здійснюють у зимовий період за допомогою кормозбирального комбайна з одночасним подрібненням і безперевалковим транспортуванням на майданчик для складування біля господарських приміщень з опалювальним блоком, де також може бути розташований двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ) з електрогенератором (ЕГ) для отримання електроенергії та використання тепла від газогенератора і системи охолодження ДВЗ на потреби опалення і водонагрівання. У такій системі енергетичний ККД буде значно вищим, ніж за спалювання в твердопаливних котлах. Для фермерських господарств технологія газогенерування і використання генераторного газу для живлення ДВЗ та

отримання електроенергії і утилізації тепла є найбільш перспективним процесом, оскільки є не лише шляхом до енергонезалежності, але й доступним за технічними засобами. Причому загальний енергетичний ККД в цьому випадку не поступається сучасним когенераційним системам, які значно дорожчі та складніші. За наведеної на рисунку 2 малоенерговитратної технології використання міскантусу важливою технічною проблемою є ущільнення подрібненої сухої рослинної маси перед або під час подачі її в паливний або газогенераторний пристрій. Це завдання можна вирішити шляхом використання серійних механізмів, наприклад, пресів або рифлених вальців, для одночасного з ущільненням дозованого подавання ущільненої маси в зону горіння чи газифікації.

Висновки.

1. Серед відомих енергетичних культур однією з найбільш перспективних є міскантуси високоурожайних сортів, які сьогодні поширені в різних країнах з подібним до України кліматом.
2. Обґрунтовано технологію використання модернізованої, в Білоцерківському НАУ, розсадосадильної машини СКН-6, переобладнаної для садіння кореневищ міскантусу.
3. Малоенерговитратна технологія збирання, переробки і використання міскантусу не потребує побудови переробних підприємств, а може виконуватися за допомогою наявних серійних машин і механізмів з отриманням електричної енергії та утилізації тепла.

Список літератури.

1. Макаренко В. Слонова трава – прорив в сільському господарстві. Київ: Перспектива, 2012. № 1. 32 с.
2. Зинченко В. Энергия мискантус. Лес Пром Информ, 2011. № 6 (80). 61 с. URL: <https://lesprominform.ru/jarticles.html?id=2409>
3. Ключ С.В. Энергоефективне перетворення біомаси в горючий газ і біовугілля в газогенераторних котлах щільного шару палива: дис... канд. техн. наук: 05.14.08. Київ, 2016. 167 с.
4. Воробей В., Мелех Я., Гудз Н. Аналітичне дослідження використання біомаси енергетичних культур у північних областях України (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська області). Львів: PPV Knowledge Networks, 2018. ISSN 2310-9270 Агробіологія, 2'2019 80
5. Денисюк С.П., Коцар О.В., Чернецька Ю.В. Проект: Професіоналізація та стабілізація енергетичного менеджменту в Україні. Київ: КПП ім. Ігоря Сікорського, 2016. 79 с. URL: <http://io.iee.kpi.ua/projects/professionalization-andstabilization-ukrainian-energy-management>
6. Мельничук М. Д., Дубровін В. О., Кухарець С. М. Альтернативна енергетика. Київ: Аграр Медіа Груп, 2012. 244 с.
7. Будько М. О. Сучасні технологічні процеси, обладнання та устаткування прямого спалювання біомаси. Київ: КПП ЮНІДО, 2015, 50 с.

8. Колієнко В.А., Шеліманова О.В. Особливості спалювання горючих газів із змінними характеристиками процесу горіння. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ: 2015.

9. Дубровін В.О., Мельничук М.Д., Мельник Ю.Ф. Біоенергія в Україні. Створення новітніх об'єктів, виробництво і використання біопалив. Київ: НУБіП України, 2019, 108 с.

10. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьний Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери: навч. посіб. Київ: КНТ, 2005. 251 с.

11. Розробка та вдосконалення енергетичних систем з урахуванням наявного потенціалу альтернативних джерел енергії: колективна монографія / за ред. Горба О.О, Чайки Т.О., Яснолоб І.О. Полтава: Укрпромторгсервіс, 2017. 326 с.

12. Полянський О.С., Дьяконов О.В., Скрипник О.С. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення: монографія. ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 136 с.

13. Міщенко О.О. Созанська. А.А. Альтернативні джерела енергії та їх використання в аграрній сфері. URL: http://www.rusnauka.com/9_NND_2012/Economics/6_104174.doc.htm

14. Van der Sluis E. Local Biomass Feedstocks Availability for Fuelling Ethanol Production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference, April, 2007: Proceedings. Missouri, Biofuels, Food and Feed Tradeoffs, 2007, P. 12–13.

15. Dibácz Z. Study on Biomass Trade in Poland: Energy Centre-Energy Efficiency, Environment and Energy Information Agency Non-profit Limited Company, 2010. 43 p. URL: http://www.central2013.eu/fileadmin/user_upload/

УДК 636.5:591.47:579.64

Джус В.М., здобувач ступеня д-р філософії.

Бондаренко Л.В., канд. вет. наук, доцент.

Білоцерківський національний аграрний університет

ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ *HERMETIA ILLUCENS* ЯК ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ПРОТЕЇНУ У ПТАХІВНИЦТВІ.

У роботі розглянуто перспективи використання біомаси личинок *Hermetia illucens* як альтернативного та енергоефективного джерела протеїну у птахівництві. Наведено переваги біомаси *Hermetia illucens* порівняно з традиційними білковими кормами, охарактеризовано хімічний склад, енергетичну цінність та вплив на продуктивність птиці.

Ключові слова: *Hermetia illucens*, біомаса, протеїн, енергоефективність, птахівництво, альтернативні корми.

У сучасних умовах зростання вартості традиційних кормових ресурсів особливої актуальності набуває пошук нових, економічно та енергетично ефективних джерел білка для птахівництва. Одним із найбільш перспективних напрямів є використання ентокормів, зокрема личинок *Hermetia illucens*.

Личинки *Hermetia illucens* характеризуються високим вмістом сирого протеїну (до 45 %), значною кількістю незамінних амінокислот, ліпідів, кальцію та фосфору. Крім того, технологія вирощування *Hermetia illucens* відзначається низькими енерговитратами та можливістю утилізації органічних відходів [1, 2]. Це робить біомасу цінним компонентом у раціонах птиці та важливим елементом енергозберігаючих технологій кормо виробництва [3, 4, 5].

У дослідження включено аналіз інформаційних джерел щодо хімічного складу та енергетичних характеристик біомаси *Hermetia illucens*, а також результати експериментів з годівлі птиці біомасою. Розглядалися такі показники: рівень сирого протеїну, амінокислотний профіль, енергетична цінність, коефіцієнт перетравності та вплив на продуктивні ознаки.

Біомаса личинок містить 35–45 % сирого протеїну, жир — 25–35 %, багатий на поліненасичені жирні кислоти, значну кількість кальцію та фосфору, також хітину. Амінокислотний склад наближений до рибного борошна, а коефіцієнт перетравності протеїну становить 80–88 %.

Отримання 1 кг протеїну з личинок *Hermetia illucens* потребує у 4–6 разів менше енергії, ніж при виробництві соєвого шроту у 7–8 разів менше ресурсів ніж при виробництві рибного борошна та на 70 % менше води та площі. Личинки можуть рости на органічних відходах, що мінімізує затрати енергії при виробництві кормових добавок.

Дослідження показують, що часткова заміна до 20 % білка раціону біомасою личинок не знижує продуктивності птиці, спостерігається зростання загального білка в крові, покращення обміну речовин, завдяки хітину та ліпідам птахи мають кращий імунітет.

Екологічно-енергетичні переваги включають в себе зменшення енергоспоживання при виробництві кормів, скорочення викидів CO₂, утилізацію органічних відходів, виробництво якісного добрива (фрасу).

Висновки:

1. Біомаса *Hermetia illucens* є високопротеїновим та енергоефективним компонентом раціонів, який може частково замінити традиційні білкові корми у птахівництві.
2. Використання біомаси *Hermetia illucens* знижує енерговитрати при виробництві кормів та покращує екологічні показники.
3. Додавання біомаси *Hermetia illucens* у раціони птиці забезпечує стабільні фізіолого-біохімічні показники та підтримує продуктивність.

Список літератури.

1. Flis, M., Czyżowski, P., Rytlewski, G., Grela, E. R. Insect meal as a dietary protein source for pheasant quails: Performance, carcass traits, amino acid profile and mineral contents in muscles. *Animals*, 2024, vol. 14, no. 20, p. 2992. DOI: 10.3390/ani14202992.
2. Gasco, L., Józefiak, D., Henry, M. Insect meals as sustainable poultry feed ingredients: A review. *Poultry Science*, 2020, vol. 99, no. 11, pp. 4867–4881. DOI: 10.1016/j.psj.2020.08.017.
3. Borrelli, L., Coretti, L., Dipineto, L. Insect-based diet, a promising nutritional source, modulates gut microbiota composition and SCFAs production in laying hens. *Scientific Reports*, 2017, vol. 7, p. 16269. DOI: 10.1038/s41598-017-01795-x.
4. Nogales-Mérida, S., Tomás-Almenar, C., Rios, C. Insect meals in animal nutrition: A review focused on mealworm (*Tenebrio molitor*). *Reviews in Aquaculture*, 2019, vol. 11, no. 4, pp. 1080–1103. DOI: 10.1111/raq.12281.
5. Schiavone, A., Cullere, M., De Marco, M. Partial or total replacement of soybean oil by black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) fat in broiler diets: Effects on growth performance and fatty acid profile. *European Poultry Science*, 2017, vol. 81, pp. 1–9. DOI: 10.1399/eps.2017.221.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.

УДК 641.53.092:683.958

Червінський Л.С., доктор технічних наук, професор.

Білоцерківський національний аграрний університет.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСТРАКЦІЇ ОЛІЇ З РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ.

Звичайна екстракція ефірних олій дорога і займає багато часу. Ультразвукова екстракція дає більш високі виходи і чудову якість екстракту.

Оскільки багато органічних сполук мають тенденцію до розкладання при високих стійких температурах, промисловість робить крок вперед до використання альтернативних м'яких методів обробки, які дають кращі результати екстракції (вища якість, вищі виходи).

Ультразвукова гідродистиляція – це м'який, але високоефективний метод екстракції, який використовується для виробництва високоякісних ефірних олій.

Переваги ультразвукового виробництва ефірної олії.

Висока ефективність екстракції: Екстракція за допомогою ультразвукового апарату зондового типу ізолює ефірні олії ефективніше, ніж традиційні методи екстракції, такі як дистиляція з парою або екстракція розчинником. Це пов'язано з тим, що звукові хвилі викликають кавітацію в

рідині, що допомагає розщепити клітинні стінки рослинного матеріалу і вивільнити більше ефірної олії.

Коротший час екстракції: Ультразвукова екстракція дозволяє витягти ефірні олії за набагато коротший час, ніж традиційні методи екстракції. Це пов'язано з тим, що інтенсивні звукові хвилі, що генеруються ультразвуковим зондом, можуть глибше проникнути в рослинний матеріал, порушити рослинну клітину з надзвичайною ефективністю і, отже, швидше та ефективніше екстрагувати ефірну олію.

Поліпшення якості ефірної олії: Оскільки ультразвукова екстракція є нетермічною обробкою, вона може виробляти ефірні олії вищої якості, ніж традиційні методи екстракції. Це пов'язано з тим, що ультразвукові хвилі можуть екстрагувати ефірну олію, не пошкоджуючи ніжні ароматичні сполуки, які надають олії аромат і терапевтичні властивості

Енергоефективність. Ультразвукова екстракція є енергоефективним методом екстракції в порівнянні з традиційними методами, такими як парова дистиляція, яка вимагає багато енергії для виробництва пари.

Екологічна чистота: Ультразвук – це чистий та екологічно чистий метод екстракції, оскільки він не вимагає використання розчинників або хімічних речовин, які можуть бути шкідливими для навколишнього середовища. Ці переваги перетворюють ультразвукову екстракцію ефірної олії на високоефективну та економічну технологію.

УДК 431.417.2

Сенчук М.М., кандидат технічних наук, доцент

Білоцерківський національний аграрний університет

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА БІОГУМУСУ.

На даний час розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин з застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямків забезпечення сільського господарства високоефективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання при вирощуванні кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Виходячи з вище сказаного було вивчено та об'ґрунтовано енергоефективні технології виробництва біогумусу.

На підставі отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в - енергоємність біогумусу 2,040 МДж/кг, за

технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в - енергоємність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в - енергоємність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

Ключові слова: енергоефективна технологія, вермикомпост, дощові черв'яки, біогумус, енергоємність біогумусу.

Постановка проблеми та аналіз літературних джерел.

Відходи у вигляді гною тваринницьких ферм, побутового сміття, відстою стічної води є основними компонентами, з яких при переробці вермикомпостуванням одержують цінне добриво - біогумус і біомасу дощових черв'яків.

Наукові дослідження академіка Городнього М.М. [1, 2], Мельника І.П. [3-5], Слободяна В.А. [6-7], та інших вчених [8-10] свідчать про те, що ці відходи є цінним джерелом поживних речовин. В процесі переробки відходів вермикомпостуванням вони акумулюються в легкодоступних для засвоєння їх рослинами формах в біогумусі, а також в біомасі дощових черв'яків, яка є ефективним джерелом поповнення білка в кормовиробництві. З цих відходів готується субстрат - корм для черв'яків. Іноді використовуються субстрати на основі відходів деревини, торфу та сапропелю.

На даний час розвиток теорії і практики біоконверсії органічних речовин з застосуванням технології вермикомпостування є одним з важливих напрямків забезпечення сільського господарства високоефективними добривами – біогумусом, а також цінним білком у вигляді біомаси дощових черв'яків. Впровадження таких технологій в господарствах дає можливість відновлювати і підтримувати на високому рівні родючість ґрунтів, підвищити урожайність сільськогосподарських культур, проводити рекультивування непридатних для сільськогосподарського використання земель, одержувати екологічно чисту рослинницьку продукцію, а також високобілкову біомасу дощових черв'яків. Біогумус зручний для механізованого локального внесення в ґрунт, для виробництва органо-мінеральних сумішей та біостимуляторів, для використання при вирощуванні кімнатних рослин, розсади, ведення тепличного господарства.

Виходячи з вище сказаного актуальним питанням є вивчення та обґрунтування енергоефективної технології виробництва біогумусу

Мета досліджень. Метою досліджень є енергетична оцінка та визначення енергоефективної технології виробництва біогумусу. Визначення енергоємності біогумусу.

Енергетичний аналіз проводився для оцінки ефективності використання техніки та пошуку ефективних схем виробництва біогумусу.

Вихідними даними для проведення аналізу були вимоги на технології і технічні засоби виробництва біогумусу, а також довідкові матеріали енергоємностей сільськогосподарських машин, трудових ресурсів, енергетичних ресурсів, добрив, сільськогосподарських культур [13, 22].

Енергетичний аналіз технології виробництва товарного біогумусу проведено в три етапи:

- енергетичний аналіз процесу підготовки субстрату (компостування) і визначення енергоємності 1 кг субстрату (компосту);
- енергетичний аналіз вермикомпостування і визначення енергоємності 1 кг вермикомпосту;
- енергетичний аналіз технологічного процесу переробки вермикомпосту в товарний біогумус і визначення його питомої енергоємності.

Енергетичний аналіз проводився згідно [11,12] з використанням технологічних схем (рис. 1, 2, 3).

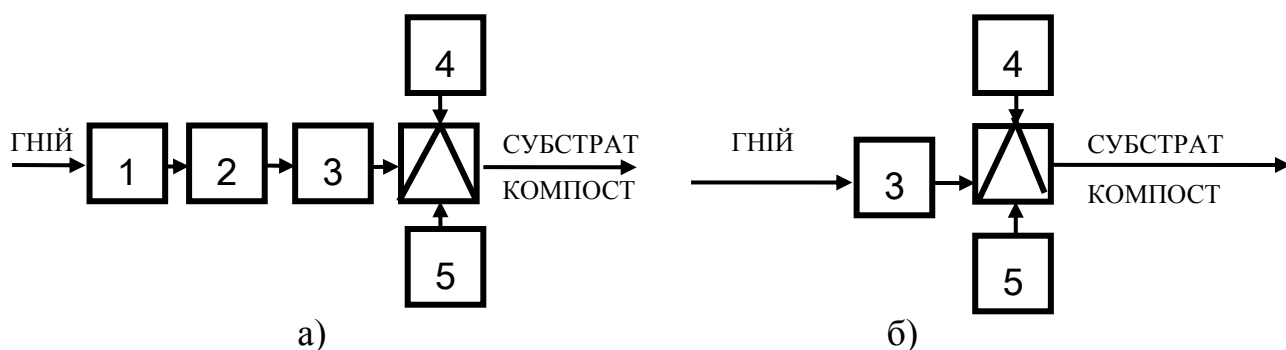


Рис. 1. Технологічні схеми процесу підготовки субстрату (компостування):

□ — механічний процес; ▽ — біотехнологічний процес
1 - навантажування гною; 2 - перевезення гною; 3 - навантажування, змішування і формування буртів; 4 - поливання буртів водою; 5 - аерування буртів.

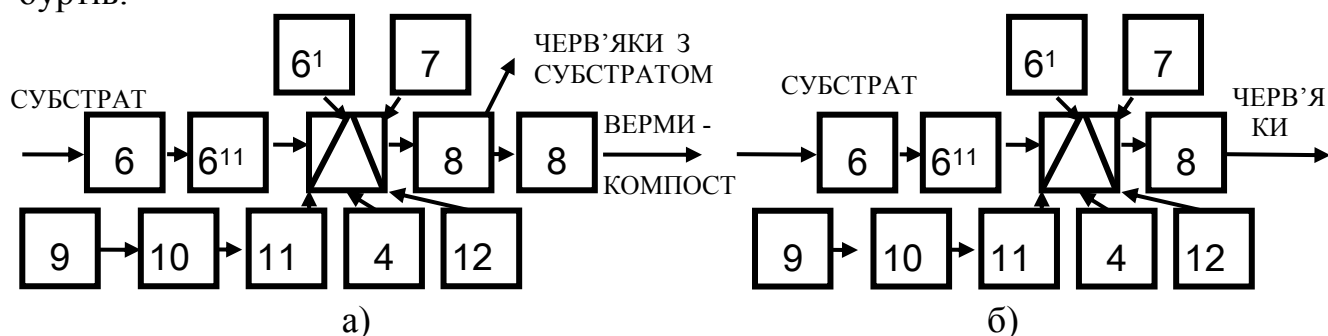
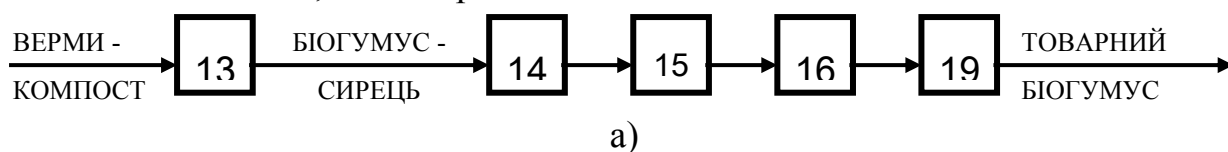


Рис. 2. Технологічні схеми процесу вермикультивування:

□ — механічний процес; ▽ — біотехнологічний;
6 - закладання буртів; 6¹¹ - заселення черв'яками; 6¹ - підкормка черв'яків; 7 - аерування; 8 - відділення черв'яків з субстратом; 8¹ - виборка вермикомпосту; 9 - навантажування соломи; 10 - перевезення соломи; 11 - розкладання соломи; 12 - збирання соломи.



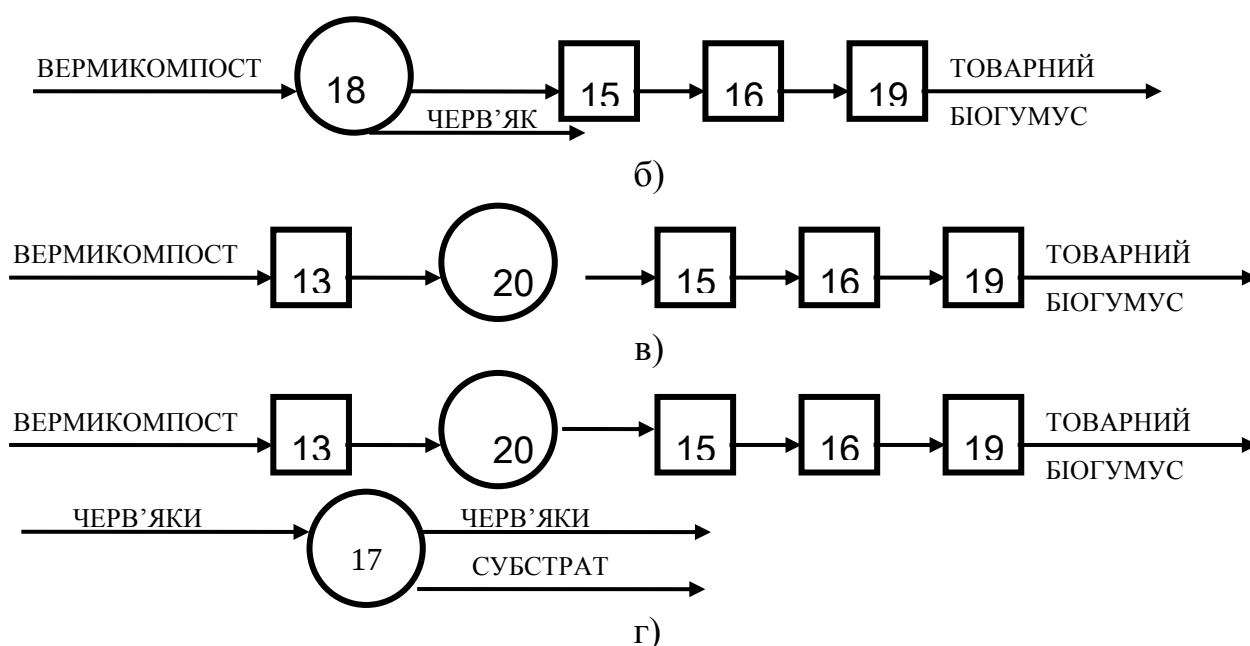


Рис. 3. Схеми технологічного процесу переробки вермикомпосту:

□ — механічний процес; ○ — термодинамічний процес

13- попередня переробка; 14 – сушіння біогумусу; 15 – подрібнення біогумусу; 16 – фракціонування біогумусу; 17 – відділення черв'яків від субстрату; 18 – відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу; 19 – перевезення біогумусу в склад; 20 – сушіння біогумусу в природних умовах.

Результати досліджень.

Результати розрахунків подані в табл. 1.

Аналіз показав (див. табл. 1), що від технологічної схеми вермикомпостування залежить енергоємність 1 кг субстрату, вермикомпосту та товарного біогумусу. Тому за основну технологічну схему вермикомпостування і виробництва товарного біогумусу приймається така технологія, за якою енергоємність одержання продукції буде мінімальна.

Таблиця 1 - Енергоємність гною, субстрату, вермикомпосту, товарного біогумусу.

Технологічна схема за рисунками	Енергоємність, МДж/кг		
	субстрату	вермикомпост у	біогумусу
рис.1а	0,686	-	-
рис.1б	0,638	-	-
рис.1а, 2а	-	0,987	-
рис.1а, 2в	-	0,957	-
рис.1б, 2а	-	0,939	-
рис.1б, 2б	-	0,909	-
рис.1а, 2а, 3а	-	-	36,023
рис.1а, 2а, 3в	-	-	2,106
рис.1а, 2а, 3г	-	-	10,880

рис.1а, 2б, 3б	-	-	61,770
рис.1б, 2а, 3а	-	-	35,970
рис.1б, 2а,3в	-	-	2,070
рис.1б, 2а, 3г	-	-	10,860
рис.1б, 2б, 3б	-	-	61,740

Висновок

В результаті отриманих результатів встановлено, що енергоефективними технологіями виробництва товарного біогумусу є: виробництво біогумусу за технологічною схемою рис.1б, 2б, 3в - енергоефективність біогумусу 2,040 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1б, 2а, 3в - енергоефективність біогумусу 2,070 МДж/кг, за технологічною схемою рис.1а, 2а, 3в - енергоефективність біогумусу 2,106 МДж/кг.

На підставі отриманих досліджень ці технології можна рекомендувати для впровадження.

Список літератури.

1. Городний М.М., Мельник И.А. Биоконверсия органических отходов в биодинамическом хозяйстве. – К.: Урожай, 1990. - 285 с.
2. Городний М.М., Шеремет О.П. Влияние вермикомпоста на урожай и качество капусты белокачанной // Тезисы докладов 2 Международного конгресса „Биоконверсия органических отходов народного хозяйства и охрана окружающей среды”: - Ивано-Франковск: Ассоциация "Биоконверсия". - 1992.-С. 35-36.
3. Мельник И.А. Методические указания по промышленному разведению дождевых червей и получению органического удобрения «Биогумус». - Ивано-Франковск: МТЦИНТИ, 1989.- 46с.
4. Мельник И.А. Дождевые черви на службе сельского хозяйства //Достижение науки и техники АПК.-1990. - №8. - С. 18.
5. Мельник И.А., Гуцуляк В.Д. Биогумус и урожай овощей // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №15. - С. 15-16.
6. Слободян В.А., Слободян Н.С. Влияние биогумуса на микробиологические процессы в почве // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №4. - С. 8-9.
7. Слободян В.А. Продуктивність дощових черв'яків при утилізації курячого посліду // Тези доповідей 4 Міжнародного конгресу „Біоконверсія органічних відходів і охорона навколишнього середовища”. - К.: Асоціація "Біоконверсія". - 1996. - С. 12-13.
6. Flack F.M., Hatrenstein R. Growth of the earthworm *Eisenia foetida* on microorganism and cellulose // Soil Biology and Biochemistry.-1984. - Vol.16, №5.-P. 491-495.
7. Tomati U., Grappelli A. Fertilisers from vermiculture as an option organic wastes recovery // Agrochimica.- 1984 - Vol.27, №2/3.- P.244-251.
8. Hand P., Frankland I.C, Satchell I. E. Vermicomposting of cow slurry. // "Pedobiologia". – 1978. Vol. 31, № 3-4.- P. 199-209.

9. Chan Paul L.S., Griffiths D.A. The vermicomposting of pretreated pig manure // "Biol Wastes".- 1988.- Vol. 24, № 1.- P. 57-69.
10. Allievi L. Qitterio B., Ferrari A Vermicomposting of rabbit manure: modifications of microflora // Compst: Prod. Qual. and Use: Proc. Symp, Undine, 17-19 Apr. 1986.- London: New-Jork.- 1987.- P. 115-126.
11. Медведовський О.К., Іваненко І.П. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві.-К.: Урожай,1988.-С. 192-205.
12. КНД 46.16. 02.11-95. Техніка сільськогосподарська. Випробування. Методи визначення біоенергетичної ефективності машин для рослинництва. Введ. 01.04.96.- Дослідницьке: УкрНДПТВТ, 1995.-24с.
13. Вт 46.16.20.28.96. Вихідні вимоги на комплект обладнання для приготування субстрату / корму для черв'яків / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгосппрод України, 1996.-6с.
14. Вт 46.16.20.26.96. Вихідні умови на обладнання для аерування верми-компосту / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1996.-5с.
15. Вт 46.16.20.25.96. Вихідні вимоги на буртоутворювач субстрату / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1996.-5с.
16. Вт 46.16.20.30-97 Вихідні вимоги на відділювач черв'яків з субстратом / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1997.- 6с.
17. Вт 46.16.20.12-94 Вихідні вимоги на обладнання для попередньої переробки червокомпосту і видалення твердих включень / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1994. -5с.
18. Вт 46.16.20.12-93 Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від субстрату / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгосппрод України, 1993.- 6с.
19. Вт 46.16.20.13-94 Вихідні вимоги на установку для відділення черв'яків від компосту і сушіння біогумусу / Сенчук М.М.- К.: Мінсільгосппрод України, 1994.-6с.
20. Вт 46.16.20.14-94 Вихідні вимоги на обладнання для сушіння біогумусу / Сенчук М.М. -К.: Мінсільгосппрод України, 1994. -5с.
21. Вт 46.16.20.15.94. Вихідні вимоги на обладнання для подрібнення біогумусу / Сенчук М.М.-К.: Мінсільгосппрод України, 1994. - 5с.
22. Вт 46.16.20.16.94. Вихідні вимоги на обладнання для фракціонування біогумусу / Сенчук М.М. - К.: Мінсільгосппрод України, 1994.-5с.

УДК 662.739

Малюта В.В., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, керівник гуртка «Науково-технічні та експериментальні дослідження», Центру науково-технічної творчості Білоцерківської міської ради Київської області.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОРИСТАННЯ СТІЧНИХ ВОД В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ.

Проблема забруднення води та її стану стали однією з найбільших проблем сучасності. Забруднення гідросфери – це надходження в неї забруднюючих речовин у кількостях і концентраціях, які можуть змінити екологічне середовище великих підземних водойм. Основною передумовою кризи в країні спричиненою забрудненням поверхневих вод є не раціональне використання водних ресурсів з порушенням екологічних вимог. Поєднання розглянутих факторів є причиною виснаження та забруднення поверхневих вод в кожному регіоні нашої країни, зниження їх самоочищуваної здатності та розпаду водних екосистем.

За останній час кількість міських стічних вод, які потребують очищення постійно збільшується. Тому актуальним питанням на теперішній час є розробка ефективних технологій очищення стічних вод від забруднення.

Ключові слова: атмосферні води, біологічне забруднення, виробничі води, водні ресурси, водоохоронні зони, забруднення, зрошування, стічні води.

Водоспоживання України становить близько 8 % від світового. На водні об'єкти суші, які є основними джерелами водопостачання, покладають зараз дві протилежні функції, з якими вони з часом все менше справляються, з одного боку – це джерела водоспоживання для побутових та технічних потреб, з другого – це водойми для скиду побутових та промислових стоків. В результаті вода у водних об'єктах така, що без відповідного очищення використовувати її вже не можливо. Найбільшою мірою якість природних вод змінюється в результаті забруднення їх стічними водами промислових підприємств та комунального господарства, а також від поверхневого стоку з територій населених пунктів, промислових об'єктів, транспортних шляхів та сільськогосподарських угідь. На даний час в Україні щорічно скидається понад 20 км³ стічних вод, з них майже 6 км³ – неочищених та недостатньо очищених.

Мета дослідження – визначити основні тенденції і технології очистки стічних вод.

Завдання роботи:

- провести аналіз існуючих технологій очистки стічних вод;
- розробити методичні рекомендації для технологічних процесів очищення стічних вод на прикладі «Білоцерківвода»;
- провести експериментальні дослідження з використання стічних вод для потреб споживачів.

Об'єкт досліджень: підприємство «Білоцерківвода».

Предмет досліджень: технологічні процеси очистки стічних вод.

Практичне значення одержаних результатів: розробка рекомендацій з очищення стічних вод на конкретному підприємстві.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в даному дослідженні здійснені технологічні рішення з очистки стічних вод та використання їх на практичні потреби мешканців та сільськогосподарських підприємств.

Виробничий досвід і багаточисленні дослідження вчених свідчать, що при систематичному цілорічному зрошенні стічними водами і при дотриманні оптимального поливного режиму родючість ґрунту постійно підвищується, збільшується вміст гумусу, загального і гідролізованого азоту, рухливих форм фосфору і калію, поліпшується реакція ґрунтового середовища. Нагромадження органічних речовин в орному шарі збільшує вологоємність ґрунту і поліпшує її меліоративний стан. Використання для поливу стічних вод хімічних підприємств, що мають низьку удобрювальну цінність, призводить до зниження в ґрунті доступних поживних речовин, поглинутого натрію і водорозчинних солей. Поливи мінералізованими водами, особливо при високих зрошувальних нормах, знижують родючість ґрунту і призводять до значної концентрації в орному шарі солей. За дослідженнями встановлено, що трирічне інтенсивне зрошення змішаними стоками посівів люцерни підвищило вміст хлору в шарі ґрунту 0–40 см на 65,3 %. У зв'язку з цим на ЗПЗ слід постійно контролювати за накопиченням солей у ґрунті, а за необхідності вжити заходів щодо його розсолення: сіяти солевитривалі культури, проводити глибоку оранку і промивні 137 поливи, вносити меліоруючі речовини. Ці заходи частково відновлюють родючість осолонцьованих ґрунтів і доводять його до 65–75 % від початкового. При зрошенні стічними водами ґрунт ЗПЗ переущільнюється, знижується його водопроникність, підвищується в поглинених основах уміст обмінного натрію, а частка кальцію зменшується, що призводить до зниження водостійкості агрегатів. Під впливом шкідливих речовин стічних вод знижується каталазна активність ґрунту. Мул промислових стоків збільшує в ґрунті вміст свинцю, цинку, міді, кобальту та інших токсичних важких металів. Тваринницькі стоки високою удобрювальною цінністю створюють сприятливе середовище для патогенних мікроорганізмів, яєць гельмінтів – джерел зараження тварин і людини. В анаеробних умовах фітопатогенні мікроби і мікроби-інгібітори ґрунту своїми токсинами отруйно впливають на рослини, посилюють умовну біологічну токсичність середовища.

Вимоги природоохорони довкілля.

Головна небезпека використання стічних вод для зрошення полягає в тому, що за допомогою стічних вод переносяться різні хвороби і паразити (від сальмонели до гельмінтів). Дослідники вважають, що велика кількість людей, які споживають сиру продукцію, стикаються з підвищеними загрозами безпеки харчових продуктів. Так, наприклад, зафіксовано кілька таких випадків, коли продукція із Мексики, яка імпортована в США і Канаду,

спричинила спалахи хвороб. Це були мускатні дині з сальмонелою, зелена цибуля з гепатитом А, базилік, салат і свіжа кінза з циклоспоріазом. За санітарно-гігієнічними умовами на зрошувальних системах, де використовуються стічні води, дозволяється поливати такі культури: - технічні, зернові, кормові і силосні; - однорічні та багаторічні трави; - овочеві, що вживаються після термічної обробки (буряки, кабачки, баклажани); - картоплю; - плодово-ягідні та декоративні насадження; - будь-які культури при внутрішньогрунтовому зрошенні. Не допускається використовувати стічні води для зрошення: - у санітарно-курортній зоні; - на території 1-го та 2-го поясів зон санітарної охорони водозаборів; - у радіусі 1 км від водозабору з поверхневого джерела; - у районі місць з виходом на поверхню тріщинуватих та інших нещільних порід, які не забезпечують надійну гідроізоляцію підземних вод питної якості; - у районах з глибиною залягання ґрунтових вод менше 1,25 м на супіщаних та піщаних ґрунтах і менше 1,0 м на суглинистих та глинистих ґрунтах і торф'яниках без облаштування дренажу; 138 - на полях, призначених для вирощування сільськогосподарських культур, що вживаються людиною в сирому вигляді (овочів, баштанних культур). Коли обирають ділянки для зрошувальних систем з використанням підготовлених стічних вод, то потрібно передбачати санітарно-захисні зони (розриви). Відстань від ділянки зрошення до межі населеного пункту має бути не менше: - 100 м – для систем внутрішньогрунтового зрошення; - 200 м – для систем поверхнево-самопливного поливу; - 300 м – для систем під дощувальні короткоструминні машини зі спрямованими вниз апаратами; - 500 м – для систем під дощувальні середньоструминні машини; - 750 м – для систем під дощувальні далекоструминні машини. Відстань між зрошувальними ділянками і магістральними шляхами повинна бути не менше ніж 100 м разом зі смугою відчуження. Для санітарно-гігієнічної безпеки потрібно передбачати влаштування санітарно-захисної смуги (лісосмуги) шириною 15 м з боку населеного пункту і шириною 10 м уздовж магістральних доріг. Санітарно-захисні смуги необхідно влаштовувати згідно з ДБН 360. При будівництві й експлуатації ЗПЗ необхідно враховувати такі санітарногігієнічні вимоги: - ділянки мають бути сплановані і обнесені валом, який запобігає скиданню стічних вод; - на полях зрошення мають бути передбачені спеціальні приміщення для приймання їжі, відпочинку, зберігання поливного реманенту і спецодягу; - персонал, що працює зі стічними водами, повинен добре знати санітарні правила, правила особистої гігієни, щорічно підлягати профілактичному щепленню проти кишкових інфекцій і обстеженню на гельмінти з подальшою дегельмінтизацією; - вегетаційні поливи необхідно припиняти: під плодові – за 2 міс., під овочеві – за 20 днів, а під усі інші сільськогосподарські культури – за 14 днів до збирання врожаю. Карантинний строк між останнім поливом і початком випасання пасовищного корму також має бути не менше 14 днів; - овочі, зібрані зі зрошуваних ділянок, треба складати на підстилку чи в тару, але не на ґрунт; - у процесі експлуатації ЗПЗ необхідно періодично контролювати хімічний склад стічних вод, а також –

рівень і стан ґрунтових вод, для чого в системі ЗПЗ необхідно передбачати будівництво гідрорежимних свердловин; Відповідальність за правильну роботу ЗПЗ, за охорону праці робітників, за дотримання ветеринарних і санітарно-гігієнічних вимог покладається на керівника господарства. 139 Основні гігієнічні вимоги до сільськогосподарського використання осаду стічних вод тваринницьких ферм і комплексів, які спрямовані на охорону навколишнього середовища від забруднення на інвазійні захворювання серед людей і тварин: - не дозволено використовувати осади на землях природно-заповідного фонду та іншого природоохоронного, оздоровчого і рекреаційного призначення, на землях водного фонду та інших територіях, що підлягають особливій охороні, і на землях, які використовують для випасання худоби, вирощування овочів та фруктів, а також на землях, де вміст будь-якої з токсичних речовин перевищує граничнодопустиму концентрацію; - заборонено використовувати осад у зонах санітарної охорони курортів, вододжерел і мінеральних джерел, а також при виході на поверхню карстових та шпаруватих порід; - перед подачею на поля осад повинен пройти карантинне витримування у гноєсховищах не менше 6 діб, за цей час він звільняється від патогенних мікроорганізмів і яєць гельмінтів; - знезараження під час епізоотій за допомогою формальдегіду в карантинних ємкостях; - механічна обробка рідкого гною для виділення з його маси твердих частинок; - попередня підготовка осаду в спорудах штучного біологічного очищення чи біологічних ставках; - тверду фракцію гною необхідно компостувати на спеціальних гідроізольованих майданчиках протягом 6–8 місяців, причому половина цього строку має припадати на теплий період року. На ЗПЗ при використанні осаду можливе зараження тварин яйцями гельмінтів, тому зелену масу кормових культур необхідно силосувати протягом 45–60 діб або переробляти на вітамінне борошно. Використовують для удобрення ґрунтів осади стічних вод, що накопичуються на водоочисних спорудах, з дозволу органу виконавчої влади з питань екології і природних ресурсів за погодженням з органами виконавчої влади з питань аграрної політики та охорони здоров'я. Якість стічних вод та їх осади контролюють уповноважені на це органи виконавчої влади. На кожну партію осаду стічних вод постачальник надає паспорт і сертифікат відповідності, який розробляє уповноважений орган на проведення таких робіт.

Ефективність зрошення стічними водами.

Стічні води позитивно впливають на ріст, розвиток, урожайність сільськогосподарських культур та на їх якість (табл. 4.10). Залежно від погодних умов урожайність сільськогосподарських культур при поливі стічними водами підвищується в 2–3 рази, а врожайність багаторіч- 140 них трав при інтенсивному цілорічному зрошенні – в 3–5 і навіть у 8–10 разів. Зелена маса трав, вирощених на ЗПЗ, містить більше сирого протеїну, золи, кальцію, фосфору і менше цукру порівняно з неполивною травою. Кількість кормів, які поїдає худоба, із ЗПЗ, є великою і коливається від 84 % до 96 %. Таблиця 4.10. Урожайність і якість зеленої маси кукурудзи при зрошенні

(ДСТУ 7369:2013) Варіант Урожайність зеленої маси, ц/га Вміст, % на суху речовину Збір білка, N P₂O₅ K₂O ц/га Без зрошення – контроль 173 1,03 0,61 1,00 3,3 Зрошення чистою водою 289 1,15 0,66 1,14 5,7 Зрошення стічними водами 449 1,27 0,69 1,31 9,6 Зрошення стічними водами + 60 т/га осаду 657 1,30 0,70 1,44 14,9 Шахтні води Донбасу підвищують урожайність сільськогосподарських культур у 1,3–1,5 рази, а тваринницькі стоки, завдяки високій удобрювальній цінності, – у 4–6 разів. Використання ЗПЗ є ефективним засобом очищення стічних вод і підвищення виробництва продукції землеробства. Окупність ЗПЗ залежить від ґрунтово-кліматичних умов їх розміщення, від вирощуваної культури та її поливного режиму, строк окупності тільки за рахунок прибутків аграрного виробництва не перевищує 5–8 років.



Рис. 1. Зрошування сільськогосподарських культур.

Зрошування (рис. 1) стічними водами, викликане необхідністю охорони природних ресурсів, є важливим резервом інтенсифікації аграрного виробництва, тому ЗПЗ мають повсюдно стати обов'язковим елементом приміського ландшафту.

На малюнку 1 зображено процес зрошення очищеними стічними водами поля, на якому вирощують сільськогосподарські культури.

Висновки.

Аналітичний аналіз характеристики стічних вод показав, що внаслідок використання їх на побутовому або виробничому рівні суттєво погіршили свої первинні властивості. Стали не придатними для використання, а також негативно впливають на гідросферу. Тому актуальною є розробка технології очистки стічних вод.

Розробка природоохоронних технологій та їх використання в практиці приведе до суттєвого скорочення забруднення водних ресурсів. Дотримання норм охорони водних ресурсів та умов функціонування водних об'єктів в яких сформульовано вимоги до стану цих об'єктів.

Очищення стічних вод від забруднювачів і використання їх у виробництві продукції землеробства дасть можливість підвищити урожайність сільгоспкультур до 30-40%.

Список літератури.

1. Плетенецька С.М., Яценко В.С. Економіка використання водних ресурсів: екологічний аспект. Університет економіка та права. Наукова стаття. УДК 38. 761: 64 Вчені записки університету «Крок» № 3 Київ. 2020 р., ст. 91-95.

2. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання та водовідведення в Україні у 2022 році. Міністерство розвитку громад, територій та інфраструктури України. Київ. 2023 р. ст. 9-25.

3. Чабан Р.С. Математичне та програмне забезпечення системи аналізу якості питної води. Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського. Наукова стаття. УДК 004. 62:510.22: 004.023. Київ. 2024 р. ст. 28-34

4. Яковенко В.В. Екологічна оцінка придатності питної води Централізованого водопостачання. Вінницький національний аграрний університет. Наукова стаття. УДК 01.05.- ВР 285 м 15.1217021 Вінниця 2019 р. ст. 20-31.

5. Гостєва Д.В., Трохименко Г.Г. тенденції в технологіях очищення питної води: Виклики та перспективи. Всеукраїнська конференція з проблем вищої освіти «Екологічно орієнтована вища освіта, методологія та практика – 2024». Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова. Миколаїв. Україна. Наукова стаття. Миколаїв 2024. ст. 26-30

6. С.О.Федулова Економіка підприємств водопостачання та водовідведення. Український державний хіміко-технологічний університет. Навчальний посібник. УДК 338.465: 628.1/628. Дніпро. 2021 р. ст. 9-29

Вишневський І.О. Екологічний аналіз стану та шляхи покращення питної води та водопостачання. Дніпровський державний аграрно-економічний університет. Наукова робота. Дніпро. 2024 р. ст. 51-60

УДК 621.926.4

Скоропуд Є.О., дійсний член Малої академії наук Білоцерківського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді.

Науковий керівник: **Єрмоленко В.О.**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, керівник гуртка «Науково-технічні та експериментальні дослідження», Центру науково-технічної творчості Білоцерківської міської ради Київської області.

БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНА ДРОБАРКА ЗЕРНА.

На сучасному етапі розвитку переробної галузі України більшість дослідників звертають увагу на недоліки, які характерні для установок подрібнення зерна.

Сільськогосподарські підприємства, а також підприємства переробної галузі в основному використовують молоткові дробарки.

Слід зауважити основним робочим органом цієї дробарки є молотки, які в процесі виконання технологічного процесу швидко зношуються, в зв'язку з цим їх потрібно часто замінювати. Тому актуальним питанням є підвищення їхньої довговічності в процесі

роботи. Цим варто займатись на сьогоднішній час, особливо малогабаритними багатофункціональними дробарками для фермерських господарств.

Ключові слова: довговічність, дробарка, зношуваність, молотки, робочі органи, сільгосппідприємства, технологічний процес.

В ході експериментальних досліджень виявлено, що на якість виробництва комбікормів впливають конструктивні параметри робочих органів різних видів обладнання зокрема і зернових дробарок. В процесі подрібнення робочі органи, а саме молотки швидко зношуються і якість кормів погіршується, необхідна заміна молотків, а це вимагає додаткових витрат.

Мета роботи. Метою даної роботи є підвищення довговічності молотків і пошук резервів для покращення продуктивності дробарок.

Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні *задачі*:

- проведений аналіз роботи обладнання для переробки зернових фуражних культур;
- досліджені методи удосконалення цього обладнання;
- запропонована конструкторсько-технологічна схема молоткової дробарки.

Об'єкт дослідження. Молоткові дробарка для подрібнення зернових фуражних культур.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження проводилися на основі загальних методик випробування молоткових дробарок. Експериментальні дослідження основних параметрів молоткових дробарок проводив з використанням спеціальних методичних реконструкцій.

Наукова новизна. Вперше запропоновано молоткового барабана з автоматичним регулюванням зазору між молотками і решіткою для сепарації подрібненого зерна, цим самим продовжений ресурс роботи молотків. Дана конструкція молоткового барабана запатентована (патент №78330).

Практичне застосування. Даний винахід може використовуватись для подрібнення матеріалів і може бути використаний у переробній та харчовій промисловості, сільськогосподарському виробництві, гірничо-збагачувальній, будівельній та інших галузях промисловості.

В основу винаходу лягла основна задача, а саме отримання нового технічного результату, який дасть можливість підвищити ефективність роботи дробарки молоткового типу.

Поставлена задача вирішується тим, що молоткова дробарка, яка містить решітку, вал із дисками, пальці, на пальцях шарнірно встановлені молотки, кожен з молотків має посадочний отвір, відрізняється тим, що додатково містить пристрої зміщення молотків, причому кількість пристроїв зміщення молотків дорівнює кількості молотків, посадочні отвори молотків мають видовжену форму; кожен пристрій зміщення молотка складається з фасонної втулки із плоскими боковими гранями, яка шарнірно встановлюється на палець і на яку встановлюється молоток, та з упору, який

є частиною молотка і який призначено для базування на зовнішню поверхню фасонної втулки; кожен пристрій зміщення молотка складається з фасонної втулки із плоскими боковими гранями, яка шарнірно встановлюється на палець і на яку встановлюється молоток з фіксатором, який призначений для базування на зовнішню поверхню фасонної втулки і на який базується молоток поверхнею свого посадочного отвору, та кріпильних елементів, які призначені для кріплення фіксатора до фасонної втулки. Винахід пояснюється кресленнями, на яких зображено: на рис 3.1- схема молоткової дробарки за корисною моделлю, що пропонується; на рис. 3.2 - устрій пристрою зміщення молотка при його виконанні на рис. 3.3 - устрій пристрою зміщення молотка при його виконанні.

Молоткова дробарка складається (Рис. 1.) з решітки 1, валу 2, на якому закріплено диски 3. В дисках 3 закріплено пальці 4, на яких встановлено молотки 5. Кожен молоток 5 оснащений пристроєм зміщення молотка 6. Пристрій зміщення молотка 6 містить (за п. 2 Ф-ли) фасонну втулку 7, яка має плоскі бокові грані, шарнірно встановлюється на палець 4 та на яку встановлюється молоток 5, базуючись на бокові грані поверхнею посадочного отвору 8. Також пристрій зміщення молотка 6 містить упор 9, який є частиною молотка 5 і який призначено для базування на зовнішню поверхню фасонної втулки 7. Пристрій зміщення молотка 6 може містити фасонну втулку 7, яка має плоскі бокові грані, шарнірно встановлюється на палець 4 та на яку встановлюється молоток 5, базуючись на бокові грані поверхнею посадочного отвору 8. Також пристрій зміщення молотку 6 може містити фіксатор 10, який призначений для базування на зовнішню поверхню фасонної втулки 7 і на який базується молоток 5 поверхнею свого посадочного отвору 8. Фіксатор 10 кріпиться до фасонної втулки 7 за допомогою кріпильних елементів 11 (наприклад, болта або гвинта з шайбами) та отвору із нарізкою 12. Молоткова дробарка працює наступним чином. При обертанні валу 2 із дисками 3 молотки 5 співударяються із подрібнювальною сировиною. При цьому відбувається процес розділення шматків сировини на більш мілкі. Частки сировини, які мають розміри, менші за розміри отворів решітки 1, проходять крізь них та прямують на вивантаження. Інші частки сировини підлягають подальшому подрібненню молотками 5 до належного ступеня подрібнення.

Під час роботи дробарки відбувається зношування молотків 5, внаслідок чого зменшується не тільки їх ширина, а й довжина. Це призводить до зменшення радіусу обертання робочих частин молотка $\gamma_{об}$ (Рис. 2.), і, як наслідок, збільшення величини зазору I. Внаслідок збільшення зазору відбувається порушення надійної роботи дробарки, а саме - очищення решітки 1 від подрібнених часток. З цієї причини під час переустановлення молотків на зворотній бік (зادля включення в роботу іншої, незношеної робочої частини молотка) проводиться їх зміщення в радіальному напрямку одним із способів: шляхом зішліфовування або зрізання упорів 9 та встановлення молотків 5 на фасонні втулки 4 (при виконанні пристрою зміщення молотка за п. 2 Ф-ли); шляхом зняття кріпильних елементів 11

(наприклад, відгвинчування) та фіксаторів 10 і наступного встановлення молотків 5 на фасонні втулки 4 (при виконанні пристрою зміщення молотка за п. 3 Ф-ли). Після виконання зазначених заходів молотки 5 працюють в такому положенні, при якому зберігається задане (мінімальне) значення величини зазору, що призводить до підвищення ефективності роботи дробарки. Аналогічним чином, в разі необхідності, проводиться зміщення молотків в радіальному напрямку з метою переналагоджування ступеню подрібнення сировини.

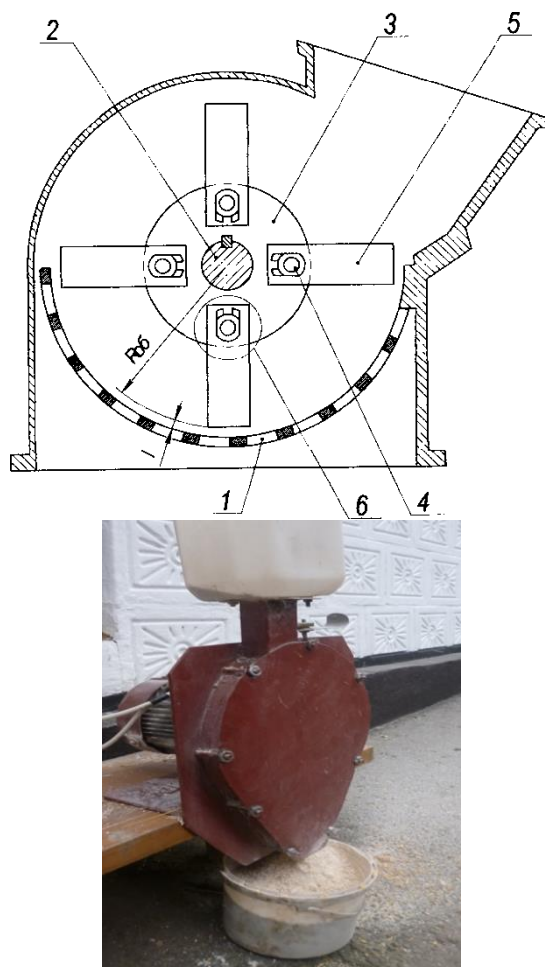


Рис. 1. Загальний вид дробарки.

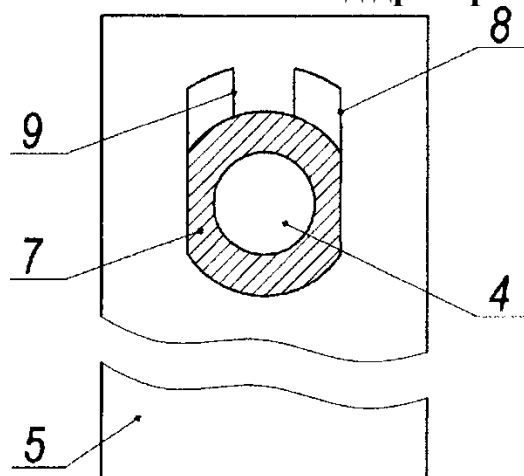


Рис. 2. Пристрій зміщення молотка

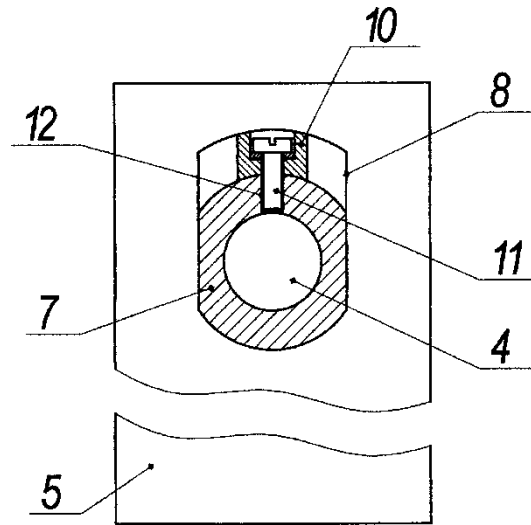


Рис.3. Регулювання молотка при його зношенні.

Загалом, застосування пристроїв зміщення молотків (Рис. 2.) дозволяє підвищити ефективність роботи дробарки (Рис. 3.), а також дозволяє покращити зручність в експлуатації за рахунок усунення необхідності використання металообробного або іншого обладнання для зрізання упору 9.

Результати випробувань різних конструкцій дробарок.

Випробування проводили на експериментальній установці (Рис. 4.) яка складається з завантажувального бункера, корпусу в якому розміщується ротор на якому закріплені молотки, і вивантажувальної горловини. Біля кожного молотка міститься пристрій зміщення молотка який регулює постійну відстань між підбарабанням і зовнішньою поверхнею молотків.



Рис. 4. Експериментальний зразок молоткової дробарки.

Таким чином, результати експериментальних досліджень при випробуванні різних видів дробарок показали, що при використанні запропонованої конструкції ротора дробарки ДМ-1 з автоматичним регулюванням молотків питомі витрати енергії на виконання технологічного

процесу подрібнення зернової маси на 30-40% менше ніж в її аналогів (Табл. 1).

Таблиця 1 - Технічна характеристика молоткових дробарок за результатами випробувань

Показник	ДМ-4409	БД-2М	ДДМ	А1-АДМ	ДМ-1
Продуктивність, т·год ⁻¹	1,6	1,5	4,0	3,5	0,07
Діаметр сита, мм	5,0	4,5	5,2	7,0	4,2
Розмір ротора, мм					
Діаметр	450	500	980	630	150
Ширина	300	200	360	363	60
Кількість молотків, шт.	15-30	240	48-96	96	16
Зазор між ситом і молотком, мм	32	10	7	15	5
Колова швидкість молотка, м·с ⁻¹	40	75	76	97	35
Площа ситової поверхні, м ²	0,36	0,20	1,0	0,68	0,049
Потужність електродвигуна, кВт	13,0	7,5	55,0	40,0	0,4
Частота обертання вала ротора, об·хв ⁻¹	2425	2910	1470	2940	980
Маса, кг	223	450	1928	1500	30
Питома енергоємність, кВт·год·т ⁻¹	8,1	5,0	13,7	8,6	5,7
Коефіцієнт енерготехнічної ефективності	9,6	7,8	15,4	12,7	6,7

Висновки.

1. Як показав аналіз різних за конструкцією дробарок основним недоліком ефективної роботи їх відбувається через відсутність можливості гарантованої компенсації збільшення зазору між робочими поверхнями молотків і решіткою. Збільшення зазору відбувається внаслідок зношування робочих частин молотків, при переустановленні, після визначеного терміну роботи молотка на інший бік в роботу вступає незношена робоча частина, проте максимальна довжина молотків в такому випадку є зношеною, що призводить до збільшення вказаного зазору і, як наслідок, порушується надійність роботи дробарки і знижується якість продукту.

2. Запропонована методика оцінки дробарок за основними пристроями дає змогу розробникам враховувати всі фактори які впливають на ефективність розроблення конструкцій дробарок.

3. Застосування пристроїв зміщення молотків дозволяє підвищити ефективність роботи дробарки а також покращити зручність в експлуатації за

рахунок усунення необхідності використання металообробного або іншого обладнання для зрізання упору.

Список літератури.

1. Хрущ В.В. Ефективність технологічного процесу приготування кормів. Дніпровський державний агро-економічний університет. УДК 631.362.14, Дніпро. 2021 р., ст. 52-57. (наукова стаття)

2. Степанюк М.В. «Підвищення ефективності процесу подрібнення зерна», Поліський національний університет. УДК 631.363.7. Наукова стаття. 2020 р. ст. 5.

3. Радванюк Ю.Ю. «Дослідження процесу подрібнення зерна ротаційним подрібнювачем малої потужності». Вінницький національний аграрний університет. УДК 631.363.4. Наукова стаття. Вінниця 2019 р. ст. 6.

4. Сторожук Л.О. «З історії розвитку в Україні техніки для переробки зернового корму». НУБіП, м. Київ. УДК001 631.363:631.115.1 (477), Вісник «Історія науки і біографістики» № 1, 2019 р., 6 ст.

5. Куликівський В.Л., Литвинчук Д.А. Основні причини відмови і підвищення надійності молоткових дробарок». Сучасні вектори розвитку аграрних наук: матеріали науково-практичної конференції ХДАЕУ 17-18 вересня 2024 р., Херсон, С. 355-358.

6. Савченко В.М., Кравченко Д.С., Литвинчук Д.А. «Класифікація обладнання для подрібнення зерна». Збірник тез доповідей. XXV Міжнародна наукова конференція «Сучасні проблеми землеробської механіки» (17-19 жовтня 2024 р.) МОН України. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ 2024 р. С 419-422.

7. Велит І.А., Неділько А.В., Дорохін Р.С. Зернодробарки для малих свиногодівельних ферм. УДК 631.363.2: 636.034. Полтавська державна аграрна академія. Місто Полтава. Центральньо-український науковий вісник. Технічні науки, 2020 р., випуск 2 (23). Ст. 17-24

ЗМІСТ

1. Електротехнології в агропромисловому комплексі.....	3
Трегуб М. І., Демещук В.А. Комплекс поновлювальних енергоджерел з акумулюванням енергії водневими технологіями.....	3
Червінський Л.С. Особливості лазерного маркування продукції.....	8
Червінський Л.С., Трегуб М.І., Голодний І.І. Енергозбереження в оптичних електротехнологіях АПК.....	9
Наіук N. Functionality of electrocrystallized composites of the $\text{TiO}_2/\text{MnO}_2/\text{HNT}/\text{INT}$ system.....	11
Музиченко В. А. Перспективи створення автоматизованих агроелектротехнологічних комплексів.....	14
Снігур Т.М. Впровадження в Україні автоматизованих систем контролю, обліку та управління енерговикористанням.....	25
Куліковський О.В., науковий керівник: Червінський Л.С. Удосконалення методів та засобів визначення дефектів ізоляції енергетичного обладнання АПК.....	30
Вельгоша М. А., науковий керівник: Кепко О.І. Електрифікація цеху з вирощування бройлерів.....	32
Колісник Д.С., науковий керівник: Кепко О.І. Реконструкція холодильника із збільшенням його продуктивності.....	34
Чичикало С. О., науковий керівник: Кепко О.І. Електропостачання підприємства з виробництва запасних частин до сільськогосподарської техніки.....	36
Шпичак Д. Р., науковий керівник: Кепко О.І. Електрифікація ковбасного цеху.....	38
Болобан В. О., науковий керівник: Єрмоленко В.О. Тенденції розвитку ефективного використання світлодіодів в різних галузях економіки.....	40
Цаценко Є.Ю., науковий керівник: Єрмоленко В.О. Дослідження роботи іонізаторів води.....	48
Корзун А.Ю., науковий керівник: Голодний І.М. Підвищення надійності електропостачання вентиляційного обладнання в цеху.....	54
Конопляний М.М., науковий керівник: Голодний І.М. Розробка системи автоматичного управління температурно-вологісним режимом в промислових теплицях.....	56
Куроченко І.М., науковий керівник: Голодний І.М. Світлодіодне опромінення рослин у теплиці.....	58
Максимчук Н.І, науковий керівник: Голодний І.М. Підвищення надійності електропостачання житлового комплексу.....	60
2. Електропривод в агропромисловому комплексі.....	63
Голодний І.М., Санченко О.В. Параметри осьового насоса при різних швидкості обертання.....	63
Котляр Т.А., науковий керівник: Червінський Л.С. Підвищення	

ефективності роботи цукрової центрифуги з системою частотного керування електроприводом.....	64
3. Сонячна, та вітрова електроенергетика.....	66
Трегуб М.І., Козирський В.В., Чуба В.В., Тарасюк О.І.	
Обґрунтування типів та методів проектування вітрофотоелектричних установок для енергозабезпечення дорожньої інфраструктури.....	66
4. Енергія біомаси	70
Шейченко В.О., Петраченко Д.О. Енергетичний потенціал лушпиння насіння промислових конопель у сучасних технологіях переробки.....	70
Трегуб М.І., Демещук В.А. Малоенерговитратні технології вирощування та використання енергетичних рослин.....	72
Джус В.М., Бондаренко Л.В. Використання біомаси <i>hermetia illucens</i> як енергоефективного джерела протеїну у птахівництві.....	80
5. Енергозбереження в сільськогосподарському виробництві.....	82
Червінський Л.С. Удосконалення технології екстракції олії з рослинної сировини на основі використання ультразвуку.....	82
Сенчук М.М. Енергозбереження в процесі виробництва біогумусу..	83
Малюта В.В., науковий керівник: Єрмоленко В.О. Технологія використання стічних вод в сільськогосподарському виробництві.....	89
Скоропуд Є.О., науковий керівник: Єрмоленко В.О.	
Багатофункціональна дробарка зерна.....	94