

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ  
МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ  
*Таврійський державний агротехнологічний університет*  
*Науково-дослідний інститут механізації землеробства півдня України*  
*Рада молодих учених та студентів*



**МАТЕРІАЛИ**

VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції  
молодих учених, магістрантів та студентів  
за підсумками наукових досліджень 2018 року  
**«ПРОБЛЕМИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»**  
Випуск VI



Мелітополь, 2019

Матеріали VI Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2018 року «Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів» - Мелітополь: ТДАТУ, 2019. – Випуск VI. – 104 с.

До збірки ввійшли матеріали учасників науково-технічної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2018 року.

Представлені результати досліджень у галузі механізації АПК, енергетики, електропостачання, електротехнології, автоматизації сільськогосподарського виробництва, електромеханізації та переробки продукції сільського господарства.

Збірник призначений для викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів, фахівців, які працюють за даним напрямом.

Редакційна колегія

1. *Надикто Володимир Трохимович* – чл.-кор. НААНУ, д.т.н., професор, директор НДІ механізації землеробства півдня України, ТДАТУ;
2. *Діордієв Володимир Трифонович* – д.т.н., професор, завідувач кафедри електроенергетики і автоматизації, ТДАТУ;
3. *Назаренко Ігор Петрович* - д.т.н., професор, декан енергетичного факультету, завідувач кафедри електротехнологій і теплових процесів, ТДАТУ;
4. *Квітка Сергій Олексійович* – к.т.н., доцент, завідувач кафедри електротехніки і електромеханіки імені професора В.В.Овчарова, ТДАТУ;
5. *Кашкарьов Антон Олександрович* – к.т.н., доцент, кафедра електроенергетики і автоматизації, ТДАТУ;
6. *Попрядухін Вадим Сергійович* – к.т.н., старший викладач, кафедра електротехніки і електромеханіки імені професора В.В.Овчарова, ТДАТУ;
7. *Голик Олена Петрівна* – к.т.н., доцент, заступник декана факультету автоматики та енергетики, кафедра автоматизації виробничих процесів, Центральноукраїнський національний технічний університет;
8. *Гузенко Віталій Вікторович* – асистент кафедри автоматизованих електромеханічних систем, Харківський національний технічний університет сільського господарства.

Матеріали розміщено на сайті

<http://www.tsatu.edu.ua/nauka/n/naukovi-vydannja> ⇒ сторінка наукової роботи ТДАТУ  
28 травня 2019 року

Адреса редакції:  
ТДАТУ, Рада молодих учених та студентів  
Просп. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.,  
72315 Україна

**СЕКЦІЯ 1.  
АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ,  
СТАНЦІЇ ТА ПІДСТАНЦІЇ**

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ОЖЕЛЕДІ

**Федькін В.А.,** магістрант

*Науковий керівник*

**Чебанов А.Б.,** к.т.н., ст. викл.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: fedkin0797@gmail.com**

**e-mail: chebanov-ab@yandex.ru**

*Робота присвячена експлуатації повітряних ліній електропередачі та захисту їх від негативного впливу ожеледі.*

**Постановка проблеми.** Проводи повітряних ліній і троси працюють у важких умовах, піддаючись дії вітру, ожеледі, хімічних реагентів, що знаходяться в повітрі, вібрацій і т. д. В матеріалах проводів і тросів повітряних ліній виникають великі механічні напруги. Умови роботи повітряної лінії багато в чому залежать від кліматичних особливостей району, в якому вона експлуатується, тому кліматичні умови мають бути покладені в основу методики оцінки технічного стану повітряної лінії, так як на її роботу роблять великий вплив режим температури, вітру, вологість повітря, умови, що сприяють обмерзанню, і види атмосферних осадів (ожеледь, паморозь). Характер клімату будь-якого району може бути встановлений в результаті статистичної обробки багаторічних систематичних метеорологічних спостережень, на підставі яких проводиться вивчення причин виникнення тієї чи іншої погоди, її стійкості і мінливості в різний час року [1]. Ожеледь здійснює додаткове механічне навантаження на всі елементи повітряної лінії. При значній ожеледі можливі обриви проводів, тросів, поломки арматури, ізоляторів і навіть опор. Ожеледь може відкладатися по фазним проводам досить нерівномірно. Стріли провисання проводів з ожеледдю і без неї можуть відрізнятися на декілька метрів. Це може призвести до «підскоку» проводів при таненні ожеледі і їх схлестування. Тому для того, щоб зменшити механічне навантаження на лінії застосовують принципові схеми плавлення ожеледі змінним та постійним струмами.

**Аналіз останніх досліджень.** Одним з основних факторів, що сприяє виходу з ладу конструкцій повітряних ліній електропередачі є ожеледь. На даний час існують такі методи боротьби з ожеледдю: механічний; коливання проводів; за допомогою змінного та постійного електричного струму [2]. Механічний метод потребує дуже багато часу та значних витрат праці, із-за чого в багатьох випадках не є доцільним. Метод коливання проводиться за рахунок коливання проводів під дією сили Ампера, що виникає при протіканні в паралельних проводах електричного струму. Метод боротьби з ожеледдю за допомогою електричного струму реалізується за рахунок закону теплової дії електричного струму і вважається найкращим. Всі ці методи реалізуються тільки при знеструмленій мережі.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання принципової схеми плавлення ожеледі змінним і постійним струмами.

**Основні матеріали дослідження.** Основним методом боротьби з ожеледдю при експлуатації ПЛ є його плавлення за рахунок нагріву проводів струмом, що по ним протікає. Існує достатньо велика кількість схем плавлення ожеледі, що визначаються схемою електричної мережі, навантаженням споживачів, можливістю відключення лінії. Схема плавлення ожеледі змінним струмом штучного короткого замикання показана на рисунку 1, а.

ПЛ одним кінцем підключається до джерела електричної енергії, яким, як правило, служать шини 6 – 10 кВ підстанцій або окремих трансформатор. Проводи на іншому кінці замикаються між собою. Напряга і потужність джерела вибираються таким чином, щоб забезпечити протікання по проводам ПЛ струму, який в 1,5 – 2 рази більше допустимо тривалого струму. Таке збільшення допустимо тривалого струму обумовлено короткочасністю процесу плавлення ( $\approx 1$  год.), а також більш інтенсивним охолодженням проводу в зимовий

період. Орієнтовні значення струмів в залежності від часу плавки і перерізу проводів наведені в літературі [3]. Для ПЛ напругою 220 кВ і більше з перерізом проводів 240 мм і більше плавлення ожеледі змінним струмом потребує дуже великих потужностей джерела живлення (десятки МВА). Для проводів такого класу реактивний опір набагато більший, ніж активний. Повна потужність джерела збільшується за рахунок великої реактивної потужності, яка ніяк не впливає на плавлення льоду. На таких ПЛ плавлення ожеледі здійснюється постійним струмом. Принципова схема плавлення ожеледі постійним струмом показана на рисунку 1, б. Випрямляч UZ підключається до шин 6 – 10 кВ підстанції або до окремого трансформатора. Використовують, як правило, дві схеми: «фаза-фаза» та «фаза-дві фази». Для отримання великої потужності випрямлячі можна підключати послідовно або паралельно. Установка скомплектована на базі трифазного мостового випрямляча, яка підключається до шин підстанції або окремого трансформатора (до 35 кВ). Ця установка дозволяє плавно регулювати вихідні параметри в діапазоні: випрямлена напруга 0...50 кВ, випрямлений струм 0...1200 А, потужність на виході 0...60000 кВт. Експлуатаційний персонал ПЛ повинен контролювати процес утворення ожеледі і забезпечувати своєчасне включення схем плавлення ожеледі.

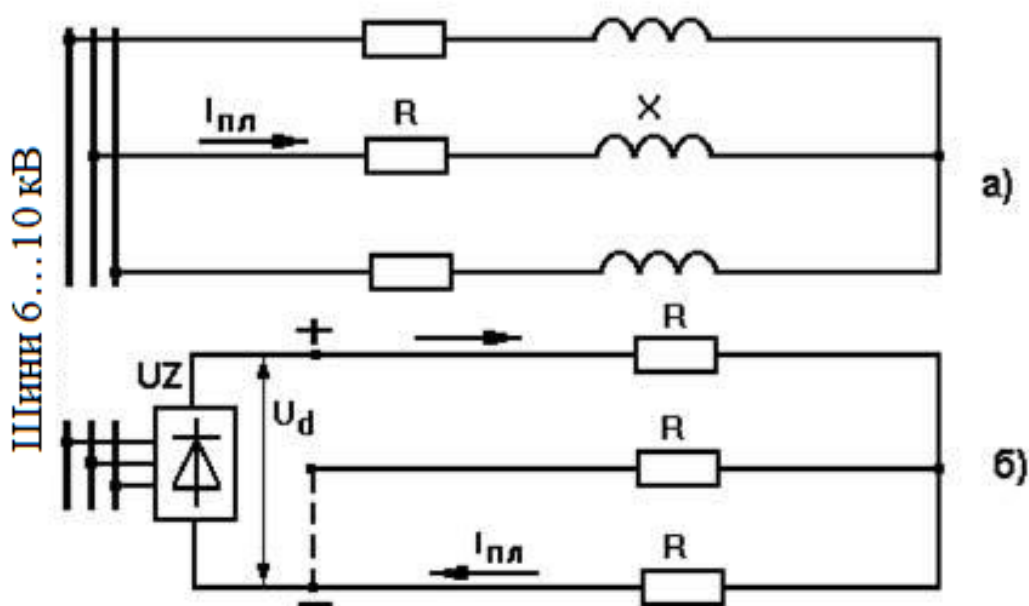


Рисунок 1 – Принципові схеми плавлення ожеледі змінним (а) і постійним (б) струмами

**Висновки.** Проведеним аналізом літературних джерел обґрунтовано методи захисту повітряних ліній електропередачі від негативного впливу ожеледі за допомогою плавлення льоду змінним і постійним струмами. Ці методи реалізуються тільки при знеструмленій мережі. Більш кращим є метод плавлення ожеледі постійним струмом на базі трифазного мостового випрямляча, який дозволяє змінювати вихідні параметри в широкому діапазоні.

#### Список використаних джерел.

1. Мандрыкин С.А., Филатов А.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и сетей. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 344с.
2. Способи видалення ожеледі з проводів повітряних ліній електропередачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=30372>. – Назва з екрану.
3. Борьба с гололёдом. Эксплуатация воздушных линий электропередачи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://forca.ru/instrukcii-po-ekspluatacii/vl/ekspluataciya-vozdushnyh-linii-elektroperedachi\\_4.html](http://forca.ru/instrukcii-po-ekspluatacii/vl/ekspluataciya-vozdushnyh-linii-elektroperedachi_4.html). – Назва з екрану.

## ДОСВІД КРАЇН ЄВРОСОЮЗУ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

**Власенков О.А., 11 МБЕЕ**

*Науковий керівник*

**Постол Ю.О., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: sanc5576@gmail.com**

**email: yuliapostol111@gmail.com**

*Анотація - в статті розглянуто стану та перспективи розвитку  
світової енергетичної сфери.*

**Постановка проблеми.** Світова енергетика знаходиться в процесі масштабних змін – відбувається більш інтенсивне впровадження основних технологій поновлюваної енергетики в умовах відповідного зниження їх вартості; зростає випереджаюча роль електроенергії в енергоспоживанні порівняно з нафтопродуктами по всьому світу; простежуються зміни у світовій економічній та енергетичній політиці, обумовлені інтенсивним розвитком економіки Китаю та виходом на світовий ринок зростаючого обсягу видобутку сланцевого газу та нафти в США.

У контексті цих змін Міжнародне Енергетичне Агентство (МЕА) випустило новий огляд World Energy Outlook-2017 (WEO-2017) з повним оновленням прогнозів щодо попиту та пропозиції енергії до 2040 р. на основі окремих сценаріїв. Прогнози супроводжуються докладним аналізом їх впливу на сектор енергетики, включаючи інвестиції, а також наслідки для енергетичної безпеки та навколишнього середовища.

**Аналіз останніх досліджень.** В основу оновленого огляду МЕА до 2040 р. WEO-2017 покладено такі ключові фактори як середньорічне зростання світової економіки на 3,4%; зростання населення з сьогоднішніх 7,4 млрд чоловік до понад 9 млрд у 2040 р.; зростання попиту на енергоресурси.

Сценарієм сталого розвитку і Сценарієм нових стратегій прогнозується, що низьковуглецеві джерела подвоять свою частку в структурі енергетики і в 2040 р. досягнуть 40%, у кінцевому енергоспоживанні частка прямого та непрямого використання ПДЕ зросте з сьогоднішніх 9% до 16%. Стрімке зростання використання ПДЕ в електроенергетиці та вимоги Паризької угоди «наблизять кінець періоду широкого використання вугілля». Споживання нафти продовжуватиме зростати до 2040 р., відповідно до обох сценаріїв, але вже нижчими темпами. Підвищення енергоефективності знизить потребу в зростанні видобутку та виробництві енергії – без підвищення енергоефективності обсяги кінцевого споживання мали би зрости більш ніж удвічі.

Згідно *Сценарію сталого розвитку* електрогенерація до 2040 р. має бути максимально декарбонізованою за рахунок використання ПДЕ та вкладу технологій з уловлювання та зберігання вуглецю. Споживання природного газу до 2030 р. зростатиме приблизно на 20% і залишиться на цьому ж рівні до 2040 р., а за *Сценарієм нових стратегій* споживання природного газу, за цей же період, зросте на 45%. У поточному періоді щорічні темпи зростання попиту на природний газ знаходяться на рівні 1,5%. Однак, більш гнучкий глобальний ринок, пов'язаний подвоєними обсягами торгівлі зрідженим природним газом (ЗПГ), сприятиме підвищенню ролі природного газу в світовому енергобалансі, особливо в умовах введення додаткових потужностей зі зрідження, що будуються перш за все в США та Австралії в обсязі 130 млрд м<sup>3</sup>. Сьогодні США є експортером природного газу, а після 2020 р. стане також експортером нафти, що в значній мірі трансформує та видозмінить ландшафт міжнародного ринку нафти та природного газу [1-8].

**Основні матеріали дослідження.** Світ щорічно отримує в середньому 45 мільйонів нових споживачів електроенергії за рахунок розширення доступу до електромереж, хоча цього все ще не досить, щоб реалізувати мету загального доступу до 2030 р. Поряд з ростом в традиційних областях, електроенергія приходить у сферу теплопостачання та транспорту. Посилення галузевих ініціатив і державна підтримка, включаючи недавні рішення урядів Франції, Великобританії та Голландії щодо поетапної відмови від продажу транспортних засобів з традиційними бензиновими та дизельними двигунами до 2040 р., приведе до зростання парку електромобілів з сьогоднішніх 2 млн один. до 280 млн у 2040 р.

Регіональні тенденції істотного зростання світового попиту на первинну енергію визначатимуть *Китай, Індія, Бразилія та Близький Схід*.

У світовій енергетичній сфері одним із фундаментальних факторів формування попиту на енергоресурси є – *зростання валового внутрішнього продукту (ВВП) та зниження його енергоємності* за рахунок підвищення енергоефективності та зміни структури палива, а також скорочення розриву в енергоємності економік між країнами.

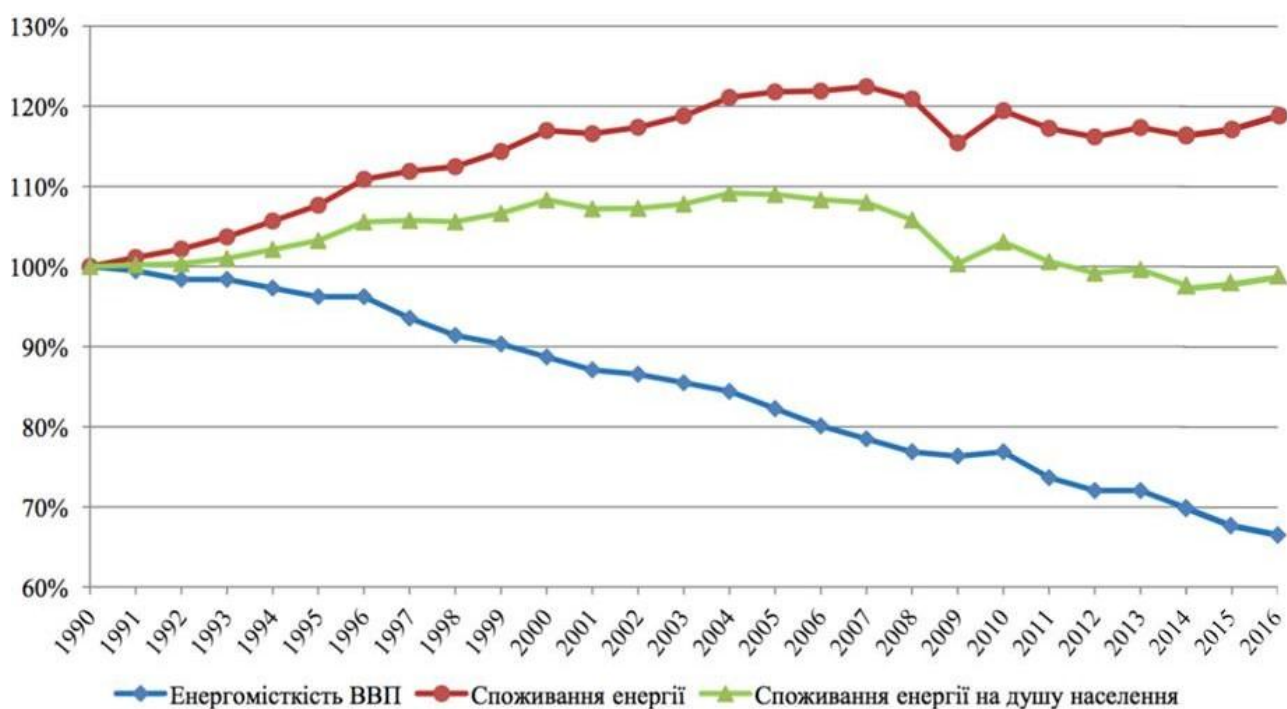


Рисунок 1- Динаміка змін енергомідкості ВВП, споживання енергії та споживання енергії на душу населення у світі за 1990 – 2016 рр.

Згідно звіту МЕА «*Energy Efficiency 2017*», за 2000 – 2016 рр. у країнах ОЕСР та країнах поза ОЕСР енергоємність стабільно знижувалась у середньому на 1,6% на рік. У країнах ОЕСР енергопопит зменшився на 1% при зростанні ВВП на 32%, в інших країнах енергопо-

пит зріс на 80% при зростанні ВВП на 150%, що видно з наступної діаграми.

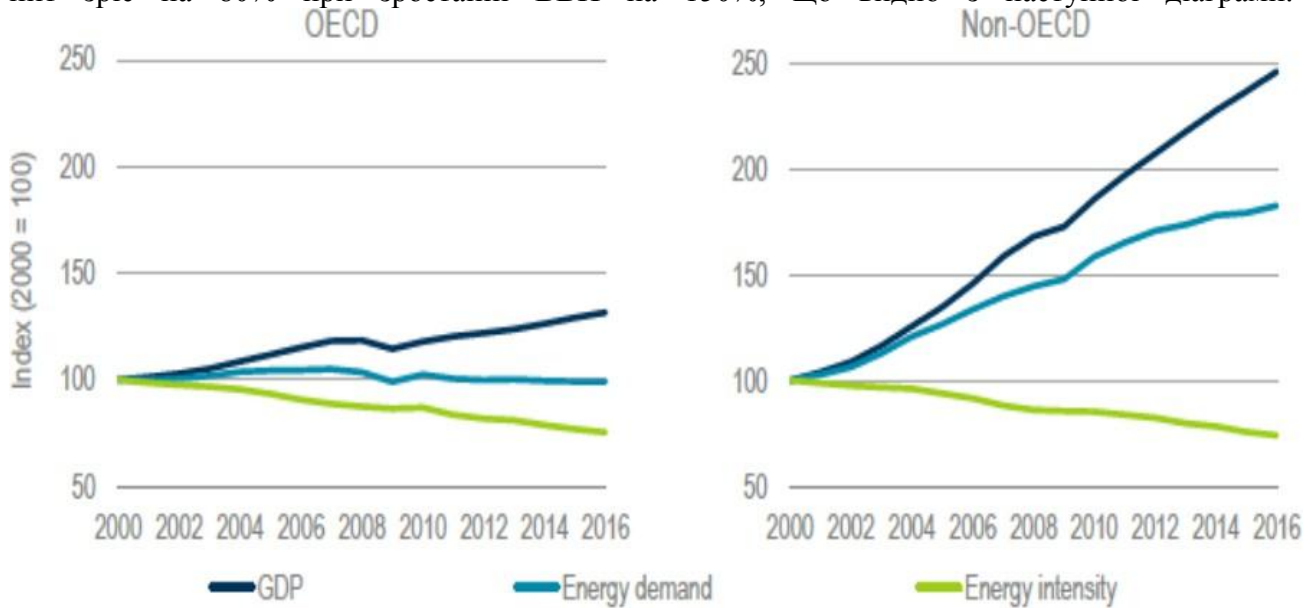


Рисунок 2- Динаміка ВВП, попиту на первинну енергію, енергоємності по регіонах

За статистичними даними Enerdata, зокрема, за 2000 – 2016 рр. енергоємність ВВП знижено у США – на 37,1%, у цілому по країнах ЄС – на 26,5%, у тому числі у Великобританії – на 39,3%, Німеччині – на 22,3% при зростанні ВВП на 33%; 25%; 32%; 21% відповідно. У Китаї за вказаний період обсяги ВВП зросли в 3,25 рази при зниженні енергоємності на 53%.

**Висновки.** За висновками WEO-2017 «поновлювані джерела та енергоефективність – ключові механізми для просування переходу до низьковуглецевого шляху розвитку і скорочення викидів забруднюючих речовин». Для отримання економічно ефективних результатів відмічена надзвичайна важливість гармонізації політики з ринковими підходами.

#### Список використаних джерел

1. World Energy Issues Monitor 2017, Exposing the new energy realities, World Energy Council, (Моніторинг світових енергетичних питань 2017. Відкриття нових енергетичних реалій. Світова енергетична Рада)
2. Energy Efficiency 2017 Market Report Series, (Енергоефективність 2017. Серія: Ринкові звіти) MEA
3. World Energy Investment 2017, Executive Summary, MEA
4. IEA Energy Efficiency Investment Database; Energy Efficiency Buildings Global Outlook (database)
5. Perspectives for the Energy Transition. Investment needs for a low-carbon Energy System (Перспективи енергетичного переходу), MEA, 2016, 2017
6. Energy Efficiency Indicators. Highlights (Показники енергоефективності. Ключові моменти), MEA, 2016
7. World Energy Balances: Overview 2017, (Світові енергетичні баланси: Огляд 2017), MEA
8. Annual Energy Outlook with projections to 2050 (Річний енергетичний огляд з прогнозами до 2050 р.), MEA, січень 2017
9. Річний моніторинговий звіт про просування України у виконанні угоди про асоціацію з ЄС у сферах енергетики та довкілля. Україна та угода про асоціацію: як запобігти бурі? Офіс з енергетичних реформ



## ДОСВІД РОЗВИНУТОЇ КРАЇНИ ЯПОНІЇ ЩОДО ДОСЯГНЕННЯ ВИСОКОГО РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

Кузьмін О.І., 11 МБЕЕ

Науковий керівник

Постол Ю.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

E-mail: basta39671212@gmail.com

E-mail: yuliapostol111@gmail.com

*Анотація - розглянуті проблеми енергозбереження на прикладі Японії, а також деякі аспекти їх рішення. Надана можливість побачити досягнення суттєвих успіхів за рахунок поєднання державної політики, ініціатив приватного сектору, добровільних програм і достатньо жорстких стандартів та фінансової підтримки.*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день Японія є країною, у якій один з найвищих рівнів енергоефективності... Як і в багатьох провідних країнах світу, прийняття перших заходів з підвищення енергоефективності та енергозбереження пов'язані з першою нафтовою кризою. Основним органом який встановлює та оголошує основні принципи політики в даній сфері є Міністерство економіки, торгівлі та промисловості [1,2,3].

**Мета статті.** Є визначення проблем, що перешкоджають реалізації заходів із енергоефективності та енергозбереження, дослідження світового досвіду у сфері енергоефективності та енергобезпеки і виокремлення конкретних організаційно економічних заходів, що допоможуть підвищити енергоефективність національної економіки.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання розроблення та реалізації заходів із енергозбереження та енергоефективності досліджувалися у наукових працях О.В. Шевцов, М.В.Земляний.

### **Основні матеріали дослідження.**

В загальному плані, регулювання енергоефективності та ресурсозбереження в Японії здійснюється, головним чином, трьома законами: «Про раціональне використання енергії», «Про енергетичну політику» та «Про сприяння ефективному споживанню енергії».

Метою закону Японії «Про раціональне використання енергії» є забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів у відповідності до соціально-економічного становища в країні та за її межами. У відповідності до закону розроблені основні напрямки політики ефективного використання енергії, які включають наступні питання:

1. визначення заходів, які необхідно виконувати споживачам енергії для ефективного її використання;
2. визначення питань стимулювання ефективного використання енергії;
3. визначення технічного рівня енергоефективності, який відповідає наявній чи прогнозованій ситуації попиту та пропозицій, технологічним можливостям та іншим обставинам.

Мета закону Японії «Про енергетичну політику» є сприяння заходам з підвищення надійності енергозабезпечення в довгостроковій перспективі, захисту оточуючого середовища та сталого розвитку національної економіки. У відповідності до цього закону, Міністерство та три роки розробляє «План енергозабезпечення», який затверджується в парламенті. План передбачає:

1. основні напрямки енергетичної політики;
2. заходи з енергозбереження, проведення яких необхідно систематично та в довгострокових перспективах;
3. забезпечення захисту оточуючого природного середовища (включає заходи зі зниження викидів парникових газів, збільшення обсягів використання альтернативних джерел енергії, розвитку та впровадження ресурсозберігаючих та енергоефективних технологій).

Закон Японії «Про сприяння ефективному споживанню енергії» прийнятий з метою підтримки підприємств, які на добровільній основі здійснюють заходи, які сприяють ефективному споживанню енергії та використанню природних ресурсів.

Заходи підтримки таких проектів наступні:

1. надання кредитів з мінімальними відсотковими ставками (до 2 % річних);
2. надання субсидій Організацією по розвитку нових енергетичних та промислових технологій (незалежна адміністративна організація підпорядкована Міністерству).

Обсяг фінансування програм зі створення «низьковуглецевого суспільства» передбачається на рівні 1,6 трлн ієн, в тому числі, 3 770 млрд ієн передбачається витратити на заміну старих авто новими (більш економічними), а 295 млрд ієн на стимулювання придбання нових енергоефективних приладів. Пакет стимулювання передбачає також субсидювання підприємств, які втілюють енергоефективну апаратуру, енергоаудит, інвестування в інноваційні технології енергозбереження.

Згідно довгострокової Енергетичної стратегії Японії до 2030 року планується підвищити рівень самозабезпеченості енергоресурсами з нинішніх 18 % до 70 %.

Регулювання в промисловому секторі:

1. Енергоменеджмент (на кожному промисловому та енергетичному підприємстві, яке споживає газ чи тепло к кількості більше 3 000 т. н. е. на рік, або електричну потужність в 12 ГВт, рекомендовано створення служби енергоменеджмента);

2. Методичні вказівки для керівників промислових підприємств, де встановлені стандарти та нормативи й даються необхідні вказівки до використання енергії (раціональне спалювання палива; раціональне опалення, охолодження, телепередача; запобігання тепловитратам; використання скидового тепла; ефективне перетворення теплової енергії в електричну; зменшення витрат електроенергії);

3. Енергоаудит (на великих підприємствах, де існує служба енергоменеджмента, енергоаудит проводиться самостійно; на малих та середніх підприємствах (до 300 осіб) енергоаудит проводиться безкоштовно центром енергоменеджменту, на підставі якого пропонуються конкретні заходи в плани енергозбереження з визначенням очікуваних вигод та необхідних для цього коштів);

4. Контроль за використання енергії (якщо на підприємстві виявлені випадки порушення принципів раціонального енерговикористання, Міністерство, або інші уповноважені органи, вимагають представлення плану з енергозбереження та виконання викладених в ньому вимог);

**Висновки.** В даній статті представлена можливість побачити досягнення суттєвих успіхів за рахунок поєднання державної політики, ініціатив приватного сектору, добровільних програм і достатньо жорстких стандартів, обов'язкових кодексів (директив) та фінансової підтримки (стимулювання) широкого спектру технічної та технологічної модернізації вироблення, транспортування та споживання енергії.

#### **Список використаних джерел:**

1. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн [Електронний ресурс] // Київ. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>

2. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economical and Social Committee and the Committee of regions. Energy Roadmap 2050, 2015

3. An overview of HELE technology deployment in the coal power plant fleets of China, EU, Japan and USA, MEA

## МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ

Мамонтов Р.В., 1М курс

Науковий керівник

Постол Ю. О., к.т.н.

Таврійський Державний Агротехнологічний Університет

romanmamontov8@gmail.com

yuliapostol111@gmail.com

*Анотація - Розглянуті питання енергобезпеки та енергоефективності. Визначенні вимоги, спрямовані на підвищення енергоефективності та збереження всіх видів енергоресурсів, які на сьогодні стають основою національної політики та законодавства більшості країн.*

*Ключові слова – стандарт, енергобезпека, енергозбереження, енергоефективність.*

**Постановка проблеми.** Політика енергозбереження та енергетичної ефективності вимагають розробки і впровадження комплексу механізмів, критеріїв та методик оцінки рівня енергоефективності в різних секторах економічної діяльності на основі відповідних систем енергоаудиту.

**Аналіз останніх досліджень.** Особливе значення має проблема раціонального використання енергоресурсів у споживачів, найбільшим з яких є промисловість. Поряд з необхідністю сприяти підвищенню показників енергорезультативності на підприємствах усіх галузей, необхідно активно розвивати промислові виробництва, орієнтовані на пропозицію енергоефективного обладнання та технологій, щоб підвищувати енергоефективність у всіх секторах економіки і соціальної сфери. Для досягнення цієї мети національна промислова і енергетична стратегії повинні бути синхронізовані, взаємопов'язані з принципами, пріоритетами і темпами, відображаючи глибинні внутрішні зв'язки в економіці секторів енергетики та промисловості.

Однією з головних причин необхідності підвищення енергоефективності та енергозбереження в країнах-членах ЄС є виснаженість природних ресурсів. Актуальність зміни ставлення до енергоресурсів пов'язана з високою енергоємністю продукції. Ця проблема призводить до таких наслідків, як неефективність економіки, низька конкурентоспроможність продукції, витрати на експорт, закриття малоефективних підприємств тощо.

Ще однією важливою причиною підвищення енергоефективності та енергозбереження є забруднення навколишнього середовища, перш за все електростанціями що працюють на викопному вуглеводневому паливі.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є розгляд міжнародних стандартів у сфері енергетичного менеджменту та енергоаудиту.

**Основна частина.** Впровадження системи енергоменеджменту (energy management) сприяє вирішенню цих проблем. Програми в області стандартів і маркування енергоефективності є набором процедур і положень, розпорядчих мінімальних вимог до енергетичних характеристик промислових товарів і постачання із маркуванням їх енергетичних характеристик. Нормування мінімальних вимог до енергетичних характеристик сприяють прийняттю виважених рішень учасниками ринку про закупівлю більш ефективних товарів і поступового витіснення з ринку неефективних технологій.

Необхідно відзначити, що стандарти та маркування найбільш ефективні, якщо є частиною комплексних стратегій і програм по перетворенню ринку.

Міжнародною організацією по стандартизації (International Organization for Standardization, ISO) у 2008 р. створено Технічний комітет ISO/TK 242 «Енергоменеджмент», секретаріат якого очолили представники США і Бразилії (саме вони виступили ініціаторами в цьому питанні). На постійній основі до роботи ISO/TK 242 були залучені спеціалісти з 40 країн світу.

З загального обсягу понад 19500 введених міжнародних стандартів ISO більше 155 відносяться до регулювання енергетичної ефективності та поновлюваних джерел енергії. Вони охоплюють такі напрями, як енергетичний менеджмент та енергозбереження, а також специфічні галузеві рішення для будівель, ІТ та побутових приладів, промислових процесів і транспорту.

У липні 2011 р. була прийнята остаточна версія міжнародного стандарту ISO 50001:2011 «Energy management systems - Requirements with guidance for use» («Системи управління енергоспоживанням – з вимогами та настановами щодо використання»).

За оцінкою, Глави технічного комітету ISO/TK 242, новим стандартом буде охоплено до 60% світового споживання енергії, і «є надія, що застосування стандарту ISO 50001 приведе до широкого порозуміння між усіма видами постачальників і споживачів енергії».

Стандарт ISO 50001 об'єднує вимоги до системи енергоменеджменту на міжнародному рівні, які раніше формувалися національними стандартами ряду країн, зокрема:

США: ANSI/MSE 2000:2008 A Management System for Energy (Система енергоменеджменту);

США: ANSI/IEEE 739:1995 Recommended practice for energy management in industrial and commercial facilities (Рекомендована практика для енергоменеджменту на промислових і комерційних підприємствах);

Південна Корея: KS A 4000:2007 Energy Management System

Китай: GB/T 23331:2009 Management System for Energy – Requirements

(Система енергоменеджменту – Вимоги);

ЮАР: →SANS→ 879:2009→ Energy →Management →Specifications

(Енергоменеджмент – Специфікації).

Європейський стандарт: EN 16001:2009 Energy management systems. Requirements with guidance for use (Системи енергоменеджменту. У Європі на основі даного стандарту тридцять країн прийняли його національні версії. Вимоги з керівництвом по використанню), сформовані на основі національних європейських стандартів:

Данія: DS 2403:2001 Energy Management – Specifications (Енергоменеджмент – Специфікації);

Швеція: SS 627750:2003 Energy Management Systems – Specification

(Системи енергоменеджменту – Специфікація);

Ірландія: I.S. 393:2005 Energy Management Systems – Specification with Guidance for Use (Системи енергоменеджменту – Специфікація з інструкціями по застосуванню) тощо.

Серія стандартів з енергоменеджменту ISO 50000 складається з шести документів, вимоги яких поширюються на організації будь якого типу й розміру незалежно від виду енергоресурсів, що використовуються:

ISO 50001:2011 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанови щодо використання» – встановлює вимоги щодо розроблення, впровадження, підтримання та поліпшення системи енергоменеджменту з метою постійного підвищення рівня енергоефективності та зменшення шкідливого впливу на довкілля. Цей стандарт може бути використано для сертифікації та порівняння систем енергоменеджменту різних організацій;

ISO 50002:2014 «Енергетичні аудити. Вимоги та настанова щодо їх проведення» – встановлює основні принципи та вимоги до проведення енергетичного аудиту, а також до гармонізації загальних процесів аудиту та підсумкових документів. Новий міжнародний добровільний стандарт на основі консенсусу з проведення енергоаудиту має допомагати фахівцям організацій приймати обґрунтовані рішення щодо найбільш раціонального використання доступних енергетичних ресурсів. Розглянута в стандарті процедура допомагає виявляти можливості для покращення енергетичної ефективності та визначати їх пріоритетність з метою отримання відповідних екологічних переваг. За підсумками аудиторських заходів готується важлива інформація щодо поточної ефективності використання енергії, а також відзначаються рекомендації з покращення ситуації в розрізі широкого діапазону сфер, включаючи

операційний контроль, контроль в області технічного обслуговування, модифікації та капітальних проектів;

ISO 50003:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Вимоги до органів, які проводять аудит і сертифікацію систем енергетичного менеджменту» – встановлює вимоги до компетентності, послідовності та неупередженості в області аудиту та сертифікації систем енергоменеджменту для органів, що надають ці послуги. Стандарт призначений для використання у поєднанні з ISO/IEC 17021-1;

ISO 50004:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Настанова щодо впровадження, супровід та поліпшення енергетичного менеджменту» надає практичні настанови та приклади для створення, впровадження, підтримування та поліпшення системи енергоменеджменту відповідно до системного підходу згідно з ISO 50001. Стандартом ISO 50004 визначено системний підхід з метою здійснення безперервного покращення енергетичного менеджменту та показників енергоефективності. Відповідно положень стандарту система енергетичного менеджменту є органічною частиною загальної діяльності з управління відповідними процесами і є тривалим, інтерактивним і безперервним процесом, що включає операційні дії, фінансування, управління якістю, людськими ресурсами, охорону здоров'я, праці та навколишнього середовища;

ISO 50006:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання рівня досягнутої енергоефективності з використанням базових рівнів енергоспоживання та показників енергоефективності» – забезпечує практичні вказівки по дотриманню вимог стандарту ISO 50001, пов'язаних з впровадженням, використанням і підтримкою показників енергоефективності та базових рівнів енергоспоживання для оцінювання енергоефективності. Показник енергоефективності – це одиниця виміру, що характеризує: ефективність використання та споживання енергії в промисловості, будівлях, обладнанні, системах і процесах; енергоефективність, яку, частково або в цілому, організація має вимірювати;

ISO 50015:2014 «Системи енергетичного менеджменту. Вимірювання та верифікація рівня енергетичної ефективності організацій. Загальні принципи і настанова» – визначає загальні принципи та настанови щодо планування та проведення вимірювань та верифікації рівня енергоефективності в організації чи її складових. Стандарт пропонує набір метрологічних і контролюючих принципів та рекомендацій, тим самим підвищуючи довіру до характеристик енергоефективності.

**Висновки.** Міжнародні стандарти створюють основу для інтеграції енергоефективності в практику управління підприємством (організацією, установою). Впровадження вимог стандарту спрямовано на забезпечення раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів на підприємствах та муніципалітетах, що дозволяє значно оптимізувати обсяги енерговитрат, визначати пріоритетність впровадження нових енергозберігаючих технологій тощо.

Прийняття підприємством (організацією, установою) концепції енергетичного менеджменту також має позитивний вплив на її організаційні та технічні процедури, а також на модель поведінки з метою скорочення загального операційного енергоспоживання, економічних витрат основних й допоміжних матеріалів та підвищення енергоефективності.

#### **Література:**

1. Пойлов О. А. Энергоменеджмент – ключевой инструмент энергосбережения / О. А. Пойлов., 2016.
2. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн [Електронний ресурс] // Київ. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>

## НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В МІЖНАРОДНІЙ ПРАКТИЦІ

**Хлепiтько В.В**

*Науковий керівник*

**Постол Ю.О., к.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: vitko9728@rambler.ru**

**e-mail: yuliapostol111@gmail.com**

*Анотація - розглянуті проблеми енергозбереження на прикладі західних країн, а також деякі аспекти їх рішення. Визначенні напрями реалізації енергоефективності в міжнародній практиці.*

**Постановка проблеми.** Аналітики Міжнародного Енергетичного Агентства (МЕА) вивчають приклади передової практики, приділяючи особливу увагу можливостям підвищення енергоефективності та політичних підходів для реалізації потенціалу енергоефективності країн-учасниць, а саме: зниження залежності від імпорту первинних енергетичних ресурсів (ПЕР) та підвищення рівня енергетичної безпеки держави, перехід на модель сталого розвитку, яка забезпечує економічне зростання, збільшення доходів і зайнятості населення, розвиток наукоємних галузей, підвищення рентабельності компаній і конкурентоспроможності виробленої продукції тощо [1].

**Аналіз останніх досліджень.** У документах МЕА та ЄЕК ООН про стан ринку енергоефективності відзначається, що в глобальному масштабі заходи щодо підвищення енергоефективності вже досягли рівня, при якому їх внесок в енергозабезпечення переважає внесок будь-якого іншого джерела, ставши таким чином «першим паливом» для економіки країн-членів МЕА. За прогнозом МЕА до 2040 р. (WEO- 2017) енергоємність та вуглеємність ВВП має бути знижено на 37% та 10% відповідно проти рівня 2016 р., за рахунок впровадження енергоефективних та екологізберігаючих технологій, виконання зобов'язань країн за Паризькою угодою.

У ряді країн розроблено національні цільові програми заощадження ПЕР, які охоплюють широкий комплекс заходів із удосконалення структури споживання енергоносіїв, розвитку матеріально-технічної бази для економії ресурсів, більш повного видобутку корисних копалин, збору і використання вторинної сировини, контролю та обліку енергоспоживання [2].

**Мета статті.** У результаті багаторічної міжнародної практики сформовано основні напрями діяльності країн, реалізація яких дозволяє забезпечувати скорочення енергоємності економіки. В світовій практиці застосовуються різні інструменти підвищення енергоефективності, зокрема, державне регулювання енергоощадності, запровадження фінансових стимулів і надання відповідних пільг для заохочення та запровадження інформаційних програм.

**Основні матеріали дослідження.** Державна система управління питаннями енергоощадності та підвищення енергоефективності включає в себе ряд напрямів.

Формування багаторівневої структури державного управління енергоощадністю з галузевою зоною відповідальності і наявністю координуючих органів, а також із розподілом окремих функцій у рамках реалізації державної політики у сфері енергоощадності та підвищення енергоефективності між окремими органами виконавчої влади.

Створення та впровадження системи об'єктивних ключових показників енергоефективності в плани розвитку в усіх галузях економіки і сфери діяльності, а також запровадження управлінських стимулів для підвищення енергоефективності. У практиці провідних країн активно застосовується порядок покладання відповідальності на органи державної влади за підвищення енергоефективності у галузях економіки, контролю федеральними (регіональними

ми) агентствами за ходом реалізації заходів, спрямованих на досягнення прийнятих на державному рівні цільових показників.

Програми пільгового кредитування. Зокрема, в Японії передбачено десятирічну програму пільгового кредитування підприємств, які використовують ПДЕ, і закупівлю надлишків електроенергії. У Швеції, Італії, Німеччині, Японії, Південній Кореї та інших країнах надаються субсидії та податкові пільги на придбання енергоефективного промислового обладнання. Зокрема, в Японії споживач, у разі придбання енергоощадного або енергоефективного обладнання, упродовж одного року може скористатися однією з двох податкових пільг:

- для підприємств «малого бізнесу» – податковий кредит у розмірі 7 % від базової вартості придбаного обладнання, який не може перевищувати 20 % виплачуваного прибуткового або корпоративного податку;
- для всіх підприємств – податкове вирахування до 30 % від базової вартості обладнання.

Впровадження системи енергоаудиту та енергоменеджменту. Добровільна система енергоменеджменту діє в США, Данії, Ірландії, Швеції та інших країнах. На державному рівні здійснюється економічне стимулювання досягнення цільових параметрів. Усі підприємства, які уклали з державою цільові угоди з енергоефективності, повинні мати сертифіковану систему енергоменеджменту [3.4].

Система грантів. Уряди ряду країн (США, Данії тощо) надають допомогу підприємствам у вигляді грантів для впровадження програм з підвищення енергоефективності. Зокрема, у Данії запроваджено інвестиційні гранти для будівництва мереж централізованого теплопостачання та ремонту теплових мереж з компенсацією 30 – 60 % капіталовкладень за умови обов'язкового підключення їх до магістральної мережі. У США, починаючи з 2010 р., діє програма бюджетного субсидювання для заохочення придбання домовласниками теплоізоляційних матеріалів та енергоощадного обладнання з оформленням безпосередньо в торговій мережі зниження вартості товару в розмірі до 50%, але не більше 3000 дол. США.

Регулювання цін (тарифів) на енергоносії. У Швеції ціна, за якою постачальники електроенергії продають її кінцевим споживачам, складається з: безпосередньо вартості електричної енергії, ціни «зелених сертифікатів» на електроенергію, плати за користування мережею і податків (енергетичного податку та податку на додану вартість).

Система штрафів. В Японії для підприємств водночас з розробленням заходів щодо скорочення споживання електроенергії законодавчо визначено необхідність раціоналізації процесу використання палива, скорочення втрат енергоресурсів при їх транспортуванні. При невиконанні зазначених законодавством вимог вводяться значні штрафні санкції.

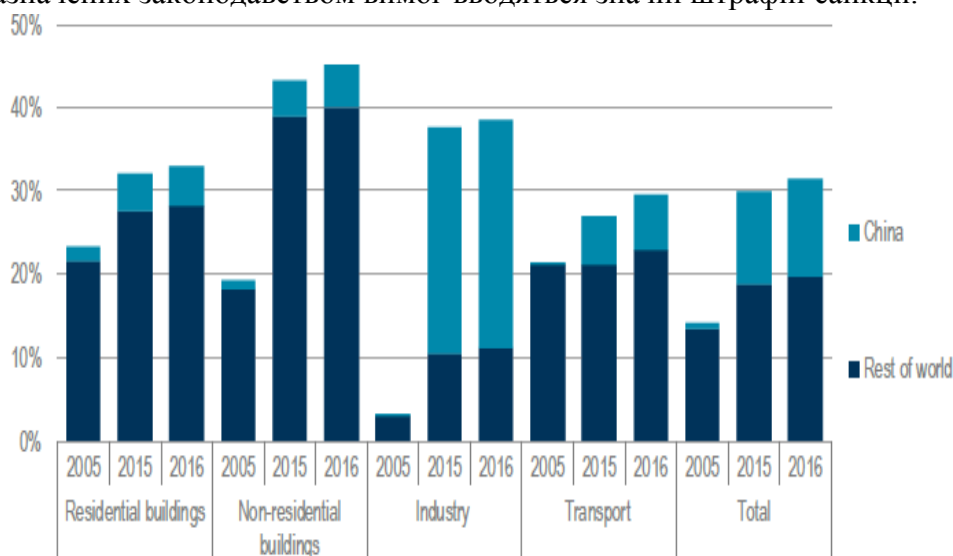


Рисунок 1 - Охоплення світового обсягу споживання енергії обов'язковими кодексами та стандартами

Програми сертифікації. Для постійного підвищення рівня енергоефективності підприємств, за умови збереження їхньої конкурентоспроможності, у США, починаючи з 2012 р., діє програма сертифікації «Вищі енергетичні характеристики». У Швеції «зелені сертифікати» надаються на електроенергію, отриману за рахунок використання енергії вітру, сонця, хвиль. Обов'язкова політика з енергозбереження включає розробку та прийняття відповідних кодексів та стандартів, зокрема, щодо стандартизації енергоефективності для освітлення, приладів та будівель, економію палива, стандарти для транспортних засобів і секторальні стандарти для промисловості та інших галузей. Обов'язкові кодекси та стандарти охоплюють 31,5% світового обсягу споживання енергії в 2016 р. що на 1,4% вище ніж у 2015 р. Загальне охоплення стандартами збільшилося на 17% починаючи з 2005 р. У Китаї системами стандартизації охоплено понад 80% загального та 70% промислового енергоспоживання.

За інформацією МЕА, за рахунок впровадження систем енергетичного менеджменту у промисловості за період 2000 – 2016 рр. скорочено обсяги споживання енергії на одиницю продукції майже на 20%, як у країнах-членах МЕА, так і в країнах, що розвиваються.

Політика енергоефективності включає в себе також впровадження національних програм щодо енергозбереження. Загальні обсяги первинної енергії, які були збережені в 2016 р. внаслідок підвищення ефективності кінцевого енергоспоживання порівняно з 2000 р. складають біля 30 ЕДж (717 Мт н.е.) у країнах-членах МЕА та 23 ЕДж (549 Мт н.е.) у країнах що розвиваються. З цих обсягів близько 40% припадає на зменшення витрат на виробництво електроенергії з вугільного палива та 11% – зниження світового попиту на природний газ.

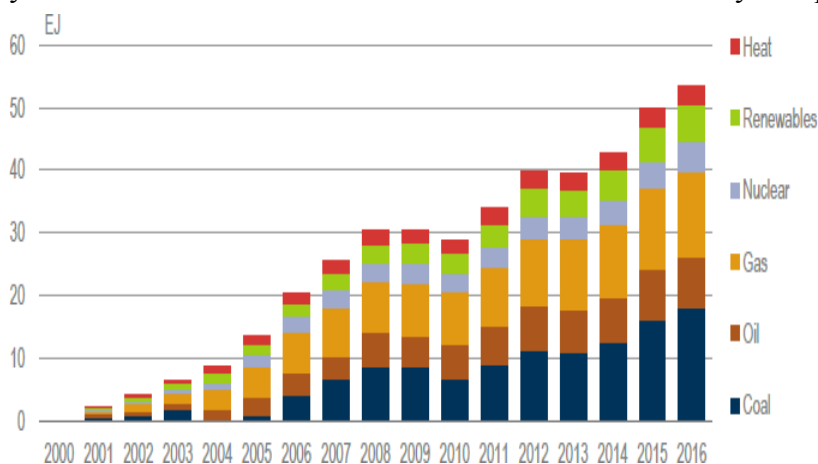


Рисунок 2 - Динаміка економії річного споживання первинної енергії у країнах-членах МЕА та країнах що розвиваються, завдяки підвищенню енергоефективності, за видами палива з 2000 по 2016 рр.

*Висновок:* Таким чином, Міжнародне Енергетичне Агенство підтримує впровадження політики енергоефективності та енергоефективних технологій в будівлях, транспорті, промисловості, побутових приладах, а також таких сферах кінцевого споживання, як освітлення. Уряди роблять вибір між можливими підходами до забезпечення енергоефективності стратегіями і заходами по їх реалізації.

**Список використаних джерел:** 1. Energy Efficiency 2017 Market Report Series, (Енергоефективність 2017. Серія: Ринкові звіти) МЕА

2. Perspectives for the Energy Transition. Investment needs for a low-carbon Energy System (Перспективи енергетичного переходу), МЕА, 2016, 2017

3. Energy Efficiency Indicators. Highlights (Показники енергоефективності. Ключові моменти), МЕА, 2016 10. World Energy Balances: Overview 2017, (Світові енергетичні баланси: Огляд 2017), МЕА

4. Annual Energy Outlook with projections to 2050 (Річний енергетичний огляд з прогнозами до 2050 р.), МЕА, січень 2017



## РЕАЛІЗАЦІЯ ПОЛІТИКИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

Закревський Д., 4 курс

Науковий керівник

Постол Ю. О., к.т.н.

Таврійський Державний Агротехнологічний Університет

[34244@mail.ua](mailto:34244@mail.ua)

[yuliapostol111@gmail.com](mailto:yuliapostol111@gmail.com)

*Розглянуті проблеми енергозбереження на прикладі Німеччини, а також деякі аспекти їх рішення. Визначенні питання необхідності проведення заходів щодо енергозбереження, виявленні актуальні проблеми і запропонований ряд заходів по їх методичному використанню в Україні.*

*Ключові слова – економія, енергозбереження, енергоефективність.*

**Постановка проблеми.** Зважаючи на пріоритети розвитку енергетичної галузі в світі та нашої держави, та в умовах сьогодення, енергозбереження на підприємствах усіх галузей економіки та в побуті, набуває стратегічного значення енергозбереження та впровадження енергетично ефективної стратегії розвитку підприємств України, дозволить знизити споживання води, тепла, електроенергії, природного газу, вугілля та інших ресурсів, особливо в умовах зростаючих тарифів на енергоносії.

**Аналіз останніх досліджень.** Німецький досвід у сфері реалізації політики з енергозбереження та впровадження стандартів з енергоефективності виявився успішним і став моделлю для наслідування для країн-членів ЄС та інших країн.

Сучасна політика Німеччини в галузі енергоефективності будується на основі законів і програм, розроблених Єврокомісією для енергетичних галузей економік країн-членів Євросоюзу.

Німеччина сьогодні входить до п'ятірки найбільших споживачів енергії у світі. При цьому частка експортованих країною енергоносіїв, за статистичними даними, становить близько 80% від її власних потреб.

Питання енергетичної безпеки в країні вирішується шляхом енергоощадності та проведення політики стабільного енергозабезпечення, державного стимулювання розвитку альтернативних видів енергії, нарощування видобутку та спалювання на енергоустановках бурого і кам'яного вугілля з впровадженням сучасних екологічних заходів.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є розглянення політики енергозбереження Німеччини та можливостей використання її в Україні.

**Основна частина.** У Німеччині на державному рівні поставлено амбітні завдання щодо економії енергії та підвищення енергоефективності. Зокрема, до 2020 р. загальне споживання первинної енергії порівняно з 2008 р. має знизитися на 20 %. Обсяги витрат енергоресурсів на одиницю доданої вартості в країні доведено до найнижчого рівня з часів її нез'єднання в 1990 році, завдяки успішній реалізації в країні Національного плану дій з енергоефективності.

Енергетичною концепцією Федерального уряду схвалено курс нової енергетичної політики. Концепцією визначено цілі для всіх сфер – електроенергетики, теплоенергетики та транспортної системи. У центрі уваги при цьому два ключових завдання: з одного боку, енергозабезпечення необхідно все більш інтенсивно переводити на поновлювані джерела енергії з відповідним вдосконаленням систем режимно-технологічного управління, з іншого – інтенсивного підвищення ефективності використання енергоресурсів.

Положеннями Енергетичної концепції з вересня 2010 р. та рядом урядових рішень від 2011 р., в Німеччині ініційовану і перспективну трансформацію її енергетичної системи шляхом інтенсифікації використання разом із підвищенням рівня енергетичної ефективності. Енергетичною концепцією визначено загальну мету щодо підвищення енергоефективності –

зниження споживання первинної енергії на 20% до 2020 р. (на 50% до 2050 р.). Відповідно до прогнозу та екстраполяції статистичних даних зменшення обсягів споживання первинної енергії до 2020 р. досягне 87-90% від визначеного цільового рівня на 2020 р., що є еквівалентним зменшенню обсягу споживання первинної енергії на 34 – 45 млн т н.е. Для виходу на 100% виконання цілей з підвищення енергоефективності Федеральним міністерством економіки та енергетики (BMWi) на початку грудня 2014 р. представлено «Національний план дій з енергоефективності», який включає в себе нові та вже діючі заходи з підвищення енергоефективності в промисловості, будівлях та у сфері послуг.

Найвищий внесок у збереження енергії та зниження викидів CO<sub>2</sub> очікуються за рахунок ініціативи по створенню «учбових мереж з енергоефективності». З моменту запуску ініціативи, було створено 50 мереж енергоефективності, якими охоплено понад 500 компаній. Федеральним урядом і об'єднанням компаній поставлено завдання «LEEN 100 plus» по створенню понад 100 учбових мереж з енергоефективності до 2018 р.

Під егідою Німецького енергетичного агентства Dena було створено координаційний центр, який виконує роль контактного пункту для учасників ініціативи і потенційних ініціаторів. Координаційний центр також займається реєстрацією і верифікацією нових учбових мереж з енергоефективності, організує процеси координації між партнерами, які фінансують ініціативу, і координує заходи зв'язків з громадськістю. Підприємства можуть отримати доступ до інформації на сайті стосовно заходів, які субсидуються, суми фінансування та правила надання заявки. Залежно від здійснюваних заходів і реалізації програм, приймаються заявки на фінансування відповідних проектів до 1,5 млн. євро.

Основними федеральними програмами в галузі енергозбереження та енергоефективності в Німеччині є:

- "Energieeffizienz - Made in Germany" (передбачає конкретні заходи, спрямовані на енергозбереження та енергоефективність у промисловості, будівництві та транспорті);

- "Energie-und Klimaprogramm" (пакет, що складається з 14 законів, спрямованих на скорочення викидів в атмосферу парникових газів, з метою виконання взятих Німеччиною зобов'язань);

- "Roadmap Energiepolitik 2020" (містить аналіз стану енергетичної галузі Німеччини на 2009 р. і конкретні заходи по досягненню взятих країною зобов'язань до 2020 р.);

- "Energiekonzept der Bundesregierung 2010" (прийнята Урядом енергетична концепція визначає основні пріоритети федеральної влади в галузі енергоефективності й енергозбереження та плани країни щодо збільшення частки поновлюваних джерел енергії в сукупному енергоспоживанні до 50% до 2030 р. та до 80-85% до 2050 р.);

Міністерство BMWi підтримує проведення сертифікації систем енергоменеджменту для компаній за допомогою програми фінансування, адміністрування і управління якої займається Федеральне управління економічних справ та експортного контролю. Фінансування надається для:

- Початкової сертифікації системи енергоменеджменту відповідно до стандарту DIN EN ISO 50001 (80% прийнятних витрат але не більше 8000 євро);

- Початкової сертифікації системи управління енергоспоживанням (щорічні витрати на енергію менше 200 000 євро; 80% прийнятних витрат але не більше 1500 євро);

- Придбання техніки телеметрії, обліку і контрольно-вимірювальної апаратури для систем енергоменеджменту (20% прийнятних витрат але не більш 8000 євро) і придбання програмного забезпечення для системи енергоменеджменту (20% прийнятних витрат але не більш 4000 євро).

Підвищення енергоефективності будівель. У Німеччині згідно з основною метою Директиви ЄС з енергоспоживання будівель основна відповідальність за належне виконання директиви покладається на Федеральне міністерство транспорту, будівництва і міського розвитку, Федеральне міністерство економіки і технологій та Федеральне міністерство у справах навколишнього середовища, охорони природи та ядерної безпеки.

Основні положення директиви реалізуються в рамках федерального закону Німеччини про енергоощадність, законодавчо визначаючи вимоги щодо теплової ізоляції будівель; ефективності системи опалення, вентиляції і гарячого водопостачання; обліку вартості опалення та гарячої води на основі обсягів індивідуального споживання.

Енергозабезпечення будівель має вирішальне значення для реалізації нової енергетичної політики Німеччини. У країні біля 40% від загального обсягу споживання енергії в Німеччині припадає на енергозабезпечення будівель. З урахуванням цього Федеральним урядом поставлено завдання по досягненню до 2050 р. практично повного переходу до будівництва будівель, що має «нульовий вуглецевий слід». Для цього до визначеного періоду необхідно домогтися зниження споживання первинної енергії (нафта і газ) на 80%. На ці цілі Федеральний уряд щорічно виділяє кошти в обсязі близько 2 млрд. євро.

Дослідження в енергетиці: інноваційні технології для нової енергетичної політики. Основні принципи та аспекти програм із стимулювання науково-дослідницької діяльності в галузі енергетики закріплені Федеральним урядом в «Програмі досліджень в галузі енергетики». Поряд зі сферами енергоефективності та поновлюваних джерел енергії значна підтримка надається розробленню та впровадженню нових технологій електромереж а також розвитку енергонакопичувальних систем. Федеральний уряд, із щорічним бюджетом для розвитку нових технологій у 2,8% від ВВП країни, надає підтримку науково-дослідними проектами у всіх фазах: починаючи від етапу розробок нових енергетичних технологій і завершуючи готовими для практичної реалізації проектами.

**Висновки.** З розглянутих методів підвищення енергозбереження виділимо основні і найбільш потрібні для України:

1. підвищення контролю зі сторони держави за станом енергомереж та ефективності їх використання;
2. інформування і заохочування населення до політики енергозбереження;
3. введення нових будівних стандартів;
4. фінансування проектів щодо енергозбереження та підтримка наукових розробок.

**Список використаних джерел:**

3. Пойлов О. А. Энергоменеджмент – ключевой инструмент энергосбережения / О. А. Пойлов., 2016.
4. Бучин С. Энергоэффективная Германия: вчера, сегодня, завтра / С. Бучин. // ЮНИДО. – 2016.
5. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн [Електронний ресурс] // Київ. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>

## СИСТЕМА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ

Сідельников Богдан, 2 курс,

e-mail: bogdansidelnikov@gmail.com

Науковій керівник:

Дубініна С.В.

e-mail: dubininasv@i.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Анотація. В роботі надано результати дослідження локальних термоелектричних явищ з використанням напівпровідникових матеріалів. Представлено автономне джерело електричної енергії на базі термоелектричного елемента Пельтьє.*

**Постановка проблеми.** Енергія вихлопних газів машин може бути використана для генерації електроенергії шляхом введення системи використання енергії вихлопних газів (СВЕВГ) у вихлопну систему ДВЗ.

**Мета статті.** Представити розвиток термоелектричних генераторів на основі елементів Пельтьє.

**Основні матеріали дослідження.** Прикладом є СВЕВГ, модель якої представлена на рисунку 1 і яка включає в себе двигун внутрішнього згорання 1, вихлопний колектор 2, теплообмінну поверхню 3, елемент Пельтьє 4, радіатор 5. Система працює наступним чином. Під час роботи ДВЗ виділяється велика кількість вихлопних газів, які мають високу температуру. Газ, проходячи через вихлопний колектор, віддає теплову енергію на елемент Пельтьє через теплообмінну поверхню. На елементі Пельтьє закріплюється радіатор. Таким чином, маючи значну різницю у температурах на сторонах термоелементу, отримуємо вихідну напругу (формула 1), якої буде достатньо для живлення приладової панелі та підзарядки акумулятора.

$$U = (R \cdot I + \alpha \cdot \Delta T) \quad (1)$$

де  $U$  – напруга на виводах термоелементу (Пельтьє), В;

$R$  – омичний опір кола термоелементу, Ом;

$I$  – струм, що протікає в колі термоелементу, А;

$\alpha$  – коефіцієнт термо-ЕРС елемента Пельтьє;

$\Delta T$  – різниця температур контакту матеріалів елемента Пельтьє, °С.

З формули (1) видно, що зі збільшенням  $\Delta T$  різниця потенціалів на контактах термоелектричного елемента зростає. Але в початковий момент різниця температур буде близька до 0 ( $\Delta T \approx 0$ ), тобто не буде достатньої напруги для запуску двигуна. Тому використовувати СВЕВГ окремо (без акумулятора) неможливо. Для повноцінної роботи системи необхідно, щоб автомобіль рухався: так на одній стороні термоелементу Пельтьє буде висока температура за рахунок енергії вихлопних газів, а на другій стороні термоелементу буде низька температура, оскільки потік вітру буде охолоджувати радіатор.

Використання СВЕВГ в якості генератора дає можливість заощадити потужність ДВЗ, оскільки йому не потрібно виконувати додаткову механічну роботу на обертання ротору стандартного генератора.

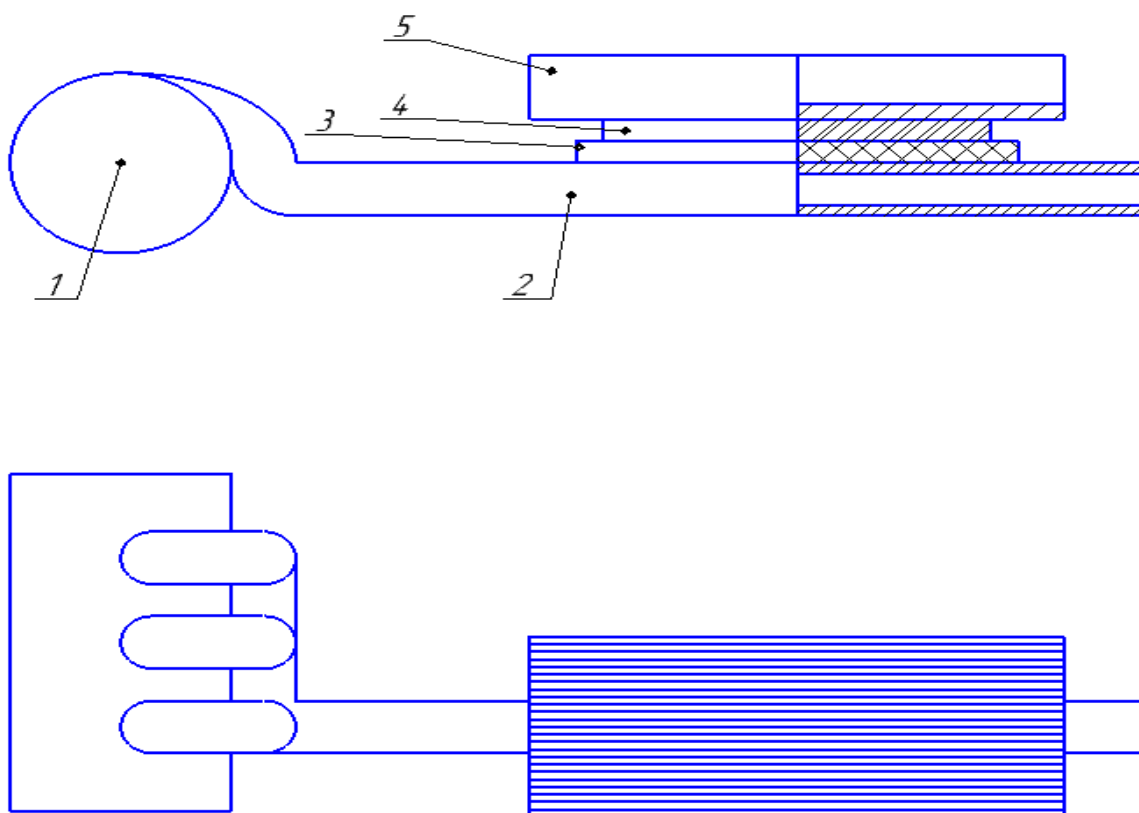


Рисунок 1 – Модель системи використання енергії вихлопних газів

**Висновки.** З наведеного матеріалу можна сказати що, термоелектричні матеріали і генератори на їх основі є перспективною галуззю розвитку енергоефективних технологій. Так вже скоро в автомобілебудуванні замість звичних генераторів, які перетворюють механічну енергію в електричну, ми зможемо бачити генератори на термоелектричних перетворювачах.

#### Список використаних джерел.

1. Лобода О.І. Конспект лекцій з дисципліни «Електротехнічні матеріали» [Електронний ресурс] / О.І. Лобода – Режим доступу.: <http://nip.tsatu.edu.ua/>
2. Богородицкий Н.П. Электротехнические материалы/Н.П. Богородицкий, В.В. Пасынков, Б.М. Тареев. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 304 с.
3. Коваленко О.І. Електротехнічні матеріали / О.І. Коваленко, Л.Р. Коваленко, В.О. Мунтян, І.П. Радько – Мелітополь.: «Люкс», 2008. – 245 с.

## ШТУЧНИЙ ФОТОСИНТЕЗ – АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА МАЙБУТНЬОГО

Щербаков С.В., студент 22 ЕЕ групи

e-mail:serhiy.sherbackov@gmail.com

*Науковий керівник*

Речина О.М., асистент

e-mail:olga.rechina@tsatu.edu.ua

*Таврійський державний агротехнологічний університет**У статті розглянуті нові технології сонячної енергетики.*

**Постановка проблеми.** Експерти очікують, що до 2030 року одна п'ята всієї спожитої в світі енергії буде надходити від сонячних установок. Але в той же час на шляху подальшого розвитку галузі є кілька серйозних перешкод. Ефективність перетворення сонячного світла кремнієвими панелями майже досягла свого максимуму, системи акумуляції надлишкової енергії недостатньо розвинені (як технологічно, так і з точки зору інфраструктури), а електричні мережі не готові до своїх нових функцій - постачати електроенергію від розсіяних джерел малої потужності. Тому ведуться активні пошуки можливостей перевести сонячну енергію на новий рівень - вчені і підприємці починають придивлятися до рослин [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Рослини мають здатність перетворювати енергію сонячних променів в хімічну енергію, при цьому перетворюючи вуглекислий газ в кисень, що для людства в умовах глобальної зміни клімату відтворити було б теж доречно [2].

Штучний фотосинтез дозволить перетворювати сонячне світло в хімічну енергію, яку буде зручно зберігати. Природно рослини для цього використовують хлорофіл. Він міститься в листках і захоплює сонячне світло, а набір ферментів і інших протеїнів використовує це світло для розщеплення молекули води на водень, електрони і кисень (протони). Електрони і водень використовуються, щоб перетворити CO<sub>2</sub> в поживні речовини для рослини, а кисень повертається в атмосферу.

Щоб відтворити фотосинтез в штучних умовах необхідно два ключові етапи: здатність збирати сонячну енергію, і здатність розщеплювати молекули води. Але на відміну від природного фотосинтезу, необхідно, аби кінцевим продуктом був не кисень, а водень (або інший біогаз, наприклад, метан) [1].

**Мета статті.** Розглянути нові технології сонячної енергетики.

**Основні матеріали дослідження.** На сьогодні штучний фотосинтез - процес виключно експериментальний і для того, щоб його відтворити вчені використовують абсолютно різні підходи. Єдиним загальним поняттям є назва середовища, в якій відбувається процес - «штучний» лист. Штучний лист - місце, де розміщують напівпровідники і живі бактерії, на які падає сонячне світло. Вперше штучний лист (фотосинтетичну біогібридну систему) успішно випробували не так давно - в квітні 2015 року. В ході першого експерименту, вчені помістили установку в воду, насичену вуглекислим газом, і безперервно опромінювали її світлом. Напівпровідники збирали сонячну енергію, генеруючи заряд, необхідний для запуску хімічної реакції у розчині. Бактерії використовують згенеровані електрони для розщеплення молекул вуглекислого газу і синтезу рідкого палива - водню, метану, етанолу. В процесі хімічних реакцій вода окислюється на поверхні іншого напівпровідника і виділяється кисень.

Складність впровадження штучного фотосинтезу полягає в процесі розщеплення молекули води, для чого потрібен каталізатор, який і змусить всі «елементи рівняння» рухатися. Але створити ефективний каталізатор складно, і хоча в умовах лабораторії деякі з них достатньо працездатні, для виробничих умов вони виявляються неефективними: ряд сполук, що використовуються в лабораторіях, містять дорогоцінні або важкі токсичні метали; деякі процеси проходять лише за дуже високих температур або опромінення ультрафіолетовим світлом; сполуки швидко втрачають свої каталітичні властивості. Все це є неприйнятним для комерційного використання і масштабного виробництва енергії штучним фотосинтезом [1].

Розвиток технології штучного фотосинтезу сьогодні йде у двох напрямках: повністю штучний фотосинтез (абіотичний) та розробки, які використовують живі організми.

При повністю штучному фотосинтезі імітують природний процес, без залучення живих організмів. За своєю суттю розробки направлені на створення принципово нового каталізатору, так як існуючі не відповідають вимогам промислового використання.

Розробки, які використовують живі організми (поки тільки бактерії і окремо взяті клітини), сьогодні вважаються більш перспективними технологіями розвитку штучного фотосинтезу. Використання живих клітин розширює область розробок, і дозволяє використовувати природні, вже існуючі механізми. Проте усі ці технології неможливі без втручання в генетичну структуру клітини. Так, в лабораторії Algenol у Флориді вченим вдалося створити автономно функціонуючу водну екосистему, в якій живуть ціанобактерії, генетично модифіковані спеціально для виробництва етанолу. Цей метод вимагає лише 1/10 від територій, які необхідні для отримання етанолу з інших біоенергетичних джерел (переробки кукурудзи та інших сільськогосподарських культур) [2].

Також можна синтезувати цілий організм з нуля - в Інституті генетичних досліджень Меріленда намагаються створити нову бактерію, яка об'єднає в собі здатність поглинання світла, притаманну ціанобактеріям, зі здатністю водорозщеплення, притаманну іншим фотосинтетичним бактеріям. Мета цих досліджень - створення штучної енергогенеруючої клітини з нуля, з використанням найпростішого генома. Це дозволило б ученим вибирати з клітини найкорисніші характеристики, уникаючи генів, що відповідають за інші функції, які споживають зайву енергію.

На сьогодні вже є успішний досвід використання фотосинтезу для уловлювання вуглекислого газу з подальшим його перетворенням в біопаливо. Вчені з Флориди синтезували матеріал під назвою метал-органічний каркас, який виготовлений з титану і органічних молекул для захоплення енергії видимого світла. Молекули матеріалу мають форму схожу на стільники, з пустотами, які можуть бути заповнені вуглекислим газом в процесі дифузії. Але для запуску реакції руйнування вуглекислого газу вчені використовують синій спектр світла, в результаті хімічної реакції з CO<sub>2</sub> отримують продукти схожі на природні цукри, які виробляють рослини. Вчені впевнені, що цю технологію в перспективі можна буде використовувати на електростанціях для уловлювання вуглекислого газу при спалюванні газу.

Останні дослідження з Кембриджського університету показують, що в перспективі штучний фотосинтез може відбуватися в сонячних панелях. Вчені опублікували революційну роботу по перетворенню рослинного волокна в водень з використанням активованих світлом наночастинок. Їх назвали «квантовими точками». Розміри точок варіюються в залежності від обраного спектра світла - від розміру молекули до розміру об'ємного напівпровідникового матеріалу, з якого зроблені сонячні панелі. «Квантові точки» можуть автоматично об'єднуватися в більші збірки, що є важливим кроком на шляху створення штучного листа, та дозволить легко впровадити технології фотосинтезу в сучасні сонячні панелі [2].

**Висновок.** Штучний фотосинтез - перспективна технологія сонячної енергетики. Так, якщо природний фотосинтез перетворює в хімічну енергію лише близько 1% всієї енергії сонячного світла, то експерименти зі штучним фотосинтезом вже демонстрували ефективність до 20%. Прогнозувати ефект штучного фотосинтезу на світовий енергоринок поки ще дуже рано, проте в наукових колах уже ясно бачать, що технологія «штучного листа» достатньо перспективна і в майбутньому зможе забезпечити покриття енергопотреб людства та нівелювати його вплив на зміну клімату.

#### **Список використаних джерел.**

1. Искусственный фотосинтез: революция в солнечной энергетике, но попозже. URL: [https://elektrovesti.net/53362\\_](https://elektrovesti.net/53362_) (дата звернення: 17.05.2019);
2. Искусственный фотосинтез становится ближе. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/46562-iskusstvennyy-fotosintez-stanovitsya-blizhe/> (дата звернення: 15.05.2019).

**СЕКЦІЯ 2.  
ДІАГНОСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ  
ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ**



## АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Клик А. В., 4 курс

Закревський Д. Д., 4 курс

Науковий керівник

Адамова С. В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного

e-mail: artemklyk@gmail.com

e-mail: 34244@mail.ua

e-mail: adamova\_sv@ukr.net

*Робота присвячена аналізу контрольно-вимірювального стенду E-250-00.*

**Постановка проблеми.** Автомобільне електрообладнання має забезпечити надійну, безаварійну та безперебійну роботу електричних систем автомобіля. Тому дуже важливо слідкувати за станом електрообладнання, вчасно проводячи діагностику з використанням сучасних контрольно вимірювальних стендів.

**Аналіз останніх досліджень.** В наш час вагому роль відіграє перевірка стану електрообладнання, після виготовлення та в подальшій експлуатації. Велике значення для зменшення експлуатаційних витрат, має вибір обладнання для перевірки його стану.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання контрольно-вимірювального стенду Э-250-00.

**Основні матеріали дослідження.** Контрольно-вимірювальний стенд E-250-00 - стенд, який призначений для діагностики стартерів, генераторів, обмотки якорів та інших видів автомобільного електрообладнання. Стенд E-250-00 - вдосконалена модель стенда E-242. Стенди призначені для діагностики знятого з автомобіля електрообладнання: генераторів на холостому ходу і під навантаженням; стартерів в режимах холостого ходу і повного гальмування; реле-регуляторів; тягових реле-стартерів; реле-переривників; комутаційних реле; електроприводів агрегатів автомобіля; обмотки якорів; напівпровідникових приладів; резисторів [1].

Принцип роботи контрольно-вимірювального стенда E-250-00 полягає в імітації робочого режиму і вимірі характеристик електрообладнання. Особливістю стенду є методика перевірки генераторів, режим якої максимально наближений до експлуатаційного - плавно змінюється частота і струм навантаження [2].

Також відсутнє мережеве джерело живлення, для перевірки стартерів - джерелом живлення під час перевірки стартера служать 2 акумуляторні батареї або пуско-зарядний пристрій.

Ергономічна панель управління забезпечує швидке освоєння навичками роботи на контрольно-вимірювальному стенді E-250-00 і оволодіння методиками перевірок. Органи управління згруповані в логічне завершені і функціонально зрозумілі блоки. Яскраві, легко читаємі індикатори.

*Повне гальмо для стартерів.*

Використовується для випробування стартерів в режимі повного гальмування і вимірювання обертового моменту (шестерня стартера входить в зчеплення із зубчастим сектором гальма). Переустановлення пружинного датчика забезпечує перевірку на стенді E-250-00 стартерів як лівого, так і правого обертання.

*Перевірка якорів.*

Дозволяє визначити наявність короткозамкнених витків і обривів в обмотці, правильність напрямку намотування і числа витків в секціях намотування. Принцип перевірки заснований на порівнянні ЕРС, індукованої в секціях обмотки під впливом магнітного потоку, створюваного намагнічуючим індуктором. Індукована в секціях обмотки ЕРС знімається з колекторних пластин якоря за допомогою контактної пристрою.

### *Стробоскоп.*

Визначення частоти обертання на холостому ході і під навантаженням проводиться за допомогою стробоскопа (ефект «відсутності обертання»).

### *Регульований привід генератора.*

Привід складається з асинхронного двигуна з 2-х пазовим шківом і частотного перетворювача, що дозволяє плавно вимірювати частоту обертання і струм навантаження. Управління здійснюється регулятором, встановленим на лицьовій панелі. Клавiші «влiво-вправо» змінюють напрямок обертання [3].



Рисунок 1. - Панель керування.

Таблиця 1. - Порівняння моделей E-250-00 і E-242:

	E-250-00	E-242
Обладнання що перевіряється	генератори 12 В і 24 В з струмом навантаження до 160 А, стартери 12 В і 24 В потужністю до 9 кВт і ін.	генератори 12 В і 24 В з струмом навантаження до 160 А, стартери 12 В і 24 В потужністю до 9 кВт і ін.
Методика перевірки генераторів	випробування на холостому ході і під навантаженням в будь-якій точці ТШХ за рахунок регульованого приводу	на фіксованій частоті обертання з виміром напруги на обмотці збудження і зміною струму навантаження
Живлення при перевірці стартерів	акумуляторна батарея або сторонній пусковий пристрій	від вбудованого джерела живлення
Методика перевірки стартерів	за допомогою гальма для стартерів	за допомогою гальма для стартерів
Індикація даних вимірювання	цифрова	аналогова

**Висновок.** При порівнянні моделей E-250-00 і E-242 виявлено, що модель E-250-00 сучасніша, точніша, більш енергоефективна, її використання раціональніше, також велику роль відіграє простота проведення перевірки досліджуваного обладнання та його експлуатація.

### **Список використаних джерел.**

1. Контрольно-измерительный стенд Э-250-00 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zapadpribor.com/e-250-00/> – Назва з екрану.

2. Стенд Э-250М-02 для проверки электрооборудования [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://garo.ru/proverka-i-remont-elektrooborudovaniya/stendy-dlya-proverki-elektrooborudovaniya/stend-e-250-m-02-dlya-proverki-elektrooborudovaniya> – Назва з екрану.

3. Э-250-02 Стенд для проверки генераторов и стартеров [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://autodeelo.ru/p30446397-250-stend-dlya.html> – Назва з екрану.

## АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Мінкін О.В., 4 курс

Понятых М.О., 4 курс

Науковий керівник

Попова І.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

e-mail: [aleksandr\\_minkin@bigmir.net](mailto:aleksandr_minkin@bigmir.net)

e-mail: [mponyatyh@gmail.com](mailto:mponyatyh@gmail.com)

e-mail: [irirnapopova54@gmail.com](mailto:irirnapopova54@gmail.com)

*В роботі проаналізовано причини виходу з ладу асинхронних двигунів в АПК і систематизовані параметри, за якими діагностуються їх аварійні режими в засобах контролю і захисту*

**Постановка проблеми.** Асинхронні двигуни у сільськогосподарському виробництві працюють у важких специфічних умовах, до яких відносяться діапазон температур, навколишнього середовища, висока вологість, агресивність середовища, в тому числі випаровування аміаку. До специфічних умов експлуатації слід віднести низьку якість електричної енергії, зокрема, відхилення напруги на затискачах електроприймачів у три-чотири рази перевищує допустимі ДСТУ значення [1].

На стабільність і, особливо, на симетричність напруги трифазної мережі впливають відносно довгі лінії електропередачі і змішане підключення трифазних і однофазних споживачів. Несиметрію напруги сільських електричних мереж в основному викликають включення однофазних виробничих, побутових і освітлювальних споживачів, потужність яких іноді співвідносна з трифазним навантаженням. За даними досліджень нерівномірність розподілення навантаження за фазами характерна для любого розподільчого трансформатора сільських електричних мереж, причому, до 40 % розподільчих трансформаторів мають недопустиму несиметрію навантажень за фазами [1]. Навіть за умовою рівномірного приєднання навантажень у мережах 0,38 кВ однофазних приймачів, можлива несиметрія навантажень, оскільки кожний з електроприймачів може бути включений або виключений в залежності від випадкових обставин і незалежно від інших приймачів електроенергії [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Оскільки навантаження кожної фази мережі змінюється в часі поза зв'язку зі зміною навантаження інших фаз, несиметричні режими роботи мають місце навіть за умови рівномірного приєднання однофазних електроприймачів по фазах мережі [1, 2].

При розгляді несиметричних режимів розрізняють несиметрію струмів, яка має місце з-за нерівномірного приєднання однофазних по-споживачів за фазами (невипадкова несиметрія) і несиметрію, викликану випадковими включеннями і відключеннями електроприймачів (випадкова або імовірна несиметрія) [1, 2].

Невипадкову несиметрію можна звести до дуже малої величини шляхом рівномірного приєднання приймачів до фаз мережі. Тому значний вплив робить випадкова несиметрія. Оскільки співвідношення навантажень фаз може безперервно змінюватися без певної закономірності. Очевидно, що випадкова несиметрія напруги сільських електромереж впливає як на роботу асинхронних двигунів, так і пристроїв їх захисту.

Доволі часто у сільськогосподарському виробництві спостерігаються випадки, коли електропривод сільськогосподарських машин працює від джерел сумірної потужності і при напрузі, значно меншому, а іноді і більшому з номінальне: у тваринницьких приміщеннях господарств середнє значення напруги живлячої мережі змінюється від 170 В до 260 В [3,4].

Перелічені вище експлуатаційні особливості сільськогосподарчих машин створюють значні труднощі при роботі асинхронних двигунів і, особливо, при виборі пристроїв діагностування їхнього режиму роботи і захисту від аварійних режимів. Питаннями дослідження експлуатаційної надійності електродвигунів і аналізом їх аварійних режимів займалися М.С.

Левін, Н.А. Корчемний, В.В. Овчаров, І.І. Мартиненко, С.М. Рожавский, І.А. Сиромятников, В.Ф. Тубіс та інші вчені.

**Мета статті.** Проаналізувати причини пошкоджень асинхронних двигунів в АПК і систематизувати параметри, за якими діагностуються аварійні режими асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором у сільському господарстві.

**Основні матеріали дослідження.** Сучасна промисловість України виробляє асинхронні двигуни серій 4А, 4АМ, АІР, 5А, в тому числі і спеціального сільськогосподарчого виконання. Але щорічно виходить з ладу до чверті асинхронних двигунів, що працюють у сільському господарстві. Фактичний строк службі асинхронних двигунів в АПК доволі низький [1]. Основною причиною виходу їх з ладу є аварійні режими. У більшості випадків вихід з ладу асинхронного двигуна відбувається через пошкодження обмотки статора з причин: несиметрію напруги мережі, обриву фаз двигуна і ліній мережі, заклинювання або перевантаження ротору, руйнування підшипникового вузлу тощо.

З вищесказаного слід, що несиметрія фазних напруг і обрив фазного проводу є однією з основних причин виходу з ладу асинхронних двигунів. Несиметрія напруг проявляється у різкому погіршенні техніко-економічних характеристик електродвигунів (збільшенню сил струмів в обмотках статора, підвищенню втрат активної енергії, підвищеному нагріву його складових частин, зниженню експлуатаційної надійності і скороченню строку служби асинхронних двигунів.

Для підвищення експлуатаційної надійності асинхронних двигунів, що експлуатуються у сільгоспвиробництві при несиметрії фазних напруг, необхідно вдосконалювати засоби діагностики. Це дозволить експлуатаційному персоналу мати точні дані про режим роботи електрообладнання, стан робочих частин, безпомилково визначити час його відключення від джерела живлення, зменшити знос ізоляції, число відмов і аварійних виходів з ладу асинхронних двигунів.

В пристроях діагностування і захисту чутливим органом здійснюється контроль одного або декількох параметрів, що характеризують технічний стан обладнання.

Для аналізу існуючих засобів діагностування і захисту, доцільно розбити їх на групи за параметром, що контролює чутливий орган (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Класифікація параметрів діагностування аварійних режимів асинхронних двигунів

Діагностування режимів роботи асинхронних двигунів здійснюється за:

- силою струму, зокрема: максимального, прямої, зворотної і нульової послідовностей, куту зсуву фаз між струмами, що споживаються, і теплової дії струму;
- напругою, зокрема: мінімальною, прямої, нульової і зворотної послідовностей;
- температурою обмоток статора, сталі статора і корпусу [1].

Найбільш розповсюджені пристрої захисту, що реагують на зміну величини сили струму в обмотках асинхронного двигуна. До них відносяться, так звані, струмі захисти, в яких працюють струмові реле, що працюють на електромагнітному, індукційному принципах та теплові реле, що реагують на величину тепла, яке виділяється в результаті протікання струму по спеціальних елементах.

В пристроях захисту за напругою, як правило, мають місце фільтри напруг прямої, зворотної і нульової послідовності, а параметри, які контролюються, є напруга прямої, зворотної і нульової послідовностей. Такі пристрої діагностики і захисту застосовують для захисту від несиметрії напруги і неповно фазних режимів асинхронних двигунів.

В температурному захисті двигунів в якості датчика температури використовують напівпровідникові елементи (терморезистори), які вбудовуються в лобові частини статорних обмоток, магнітопровод або корпус двигуна. Температурний захист забезпечують захист від тривалих перевантажень двигуна.

Взагалі, пристрої захисту можна підрозділити на три групи: спеціальні, що контролюють один параметр і захищають від одного аварійного режиму, наприклад, обриву фази; універсальні, які захищають при декількох аварійних ситуаціях (теплові реле, УВТЗ) і комбіновані, які контролюють декілька параметрів одночасно і захищають від багатьох аварійних режимів. Для підвищення ефективності роботи деяких захистів, доцільно комбінувати їх, наприклад: струмово-фільтрова, струмово-теплова або температурно-струмова [1].

Для більшості асинхронних двигунів, що використовують у сільськогосподарському виробництві, безумовно, краще використовувати комбіновані діагностуючі пристрої, з причин різноманіття специфічних умов, за якими вони працюють. Перевагою комплексних захистів асинхронних двигунів є можливість вибору таких контрольованих параметрів, що реагують на типові для даної робочої машини аварійні ситуації. Особливо це стосується тих асинхронних двигунів, що працюють у поточних технологічних лініях.

**Висновок.** Головними параметрами, за якими діагностуються аварійні режими роботи асинхронних двигунів є сила струму, величина напруги і температура окремих частин конструкції асинхронного двигуна. Для більшості асинхронних двигунів, що працюють в АПК, слід використовувати комбіновані діагностуючі і захисні пристрої, що контролюють декілька параметрів одночасно і захищають від багатьох аварійних режимів.

### Список використаних джерел

1. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі. /І.О. Попова Автореф. дис... кандидата техн. наук. – Мелітополь: 2003. – 20 с.
2. Кондратюк О.Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты./ О.Ю. Кондратюк, Егоров А.Б. //Системи обробки інформації. – 2006. – Вип. 4(53). – С.79-86.
3. Закладний О.М. Захист як складник системи функціонального діагностування асинхронних електродвигунів / О.М.Закладний, В.В. Прокопенко, О.О. Закладний //Промелектро. – 2010. - №4. – С.36–40.
4. Пинчук О.Г. Энергетические показатели асинхронного двигателя при различных параметрах питающего напряжения / О.Г. Пинчук // Наукові праці ДонНУ –Електротехніка і енергетика. – 2008. – Вип.8(140). – С.201–204.

## ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ І ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ

Мінкін О.В., 4 курс  
Понятых М.О., 4 курс  
Науковий керівник

e-mail: [aleksandr\\_minkin@bigmir.net](mailto:aleksandr_minkin@bigmir.net)  
e-mail: [mponyatyh@gmail.com](mailto:mponyatyh@gmail.com)

Попова І.О., к.т.н., доцент

e-mail: [irirnapopova54@gmail.com](mailto:irirnapopova54@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

*В роботі проаналізовано причини виникнення несиметрії струмів і напруг у трифазних колах та визначений вплив несиметрії струмів на роботу електричних мереж і електроустаткування.*

**Постановка проблеми.** В електроенергетиці постачальник і споживач мають спільний вплив на якість електроенергії. Споживання струму з низькою якістю негативно впливає на якість напруги мережі, приводить до погіршення техніко-економічних показників передачі електроенергії, зростанню втрат активної потужності, зниженню надійності. Низька якість напруги мережі приводить до зниження ефективності роботи електрообладнання споживача і постачальника.

Вимоги до якості електроенергії викладені в державному стандарті України [1]. Покращення якості електроенергії дозволяє підвищити енергоефективність і енергозбереження, які є пріоритетним напрямками розвитку науки і техніки в Україні і світі.

Рішення задач, пов'язаних з проблемами симетричного розподілення струмів в трифазних системах електропостачання є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень.** Однією з основних причин виникнення несиметрії напруги є несиметричне споживання струмів, викликаних несиметрично розподіленими однофазними навантаженнями. При наявності нейтрального проводу таке навантаження призводить також до збільшення струмів нейтралі.

Основним способом рішення цієї проблеми є симетрування напруги і струмів за допомогою пасивних елементів. Серед них найбільше розповсюдження отримало підключення конденсаторів з несиметрично розподіленими ємностями по фазах. Однак цей спосіб не дозволяє здійснити плавне регулювання струмів компенсації, і як наслідок, має низьку ефективність для рішення задач симетрування.

Другим способом симетрування є компенсатор на основі паралельно зустрічно включених тиристорів з послідовним включеними дроселями, але вони мають суттєвий недолік – значне спотворення струмів, виникнення вищих гармонік струмів, які погіршують роботу електроустаткування. В зв'язку з цим аналіз і розробка методів і засобів симетрування струмів в системах енергопостачання є актуальною задачею.

**Мета статті.** Зробити аналіз впливу несиметрії струмів у трифазних колах, визначити причини їхнього впливу на електрообладнання.

**Основні матеріали дослідження.** Вплив несиметрії струмів на систему електропостачання можна охарактеризувати наступними наслідками.

Несиметрія струмів призводить до виникнення несиметрії напруги у трифазних колах, яка в свою чергу для однофазного споживача проявляється відхиленням напруги (провали напруги, перевищення номінального значення напруги), а для симетричних і несиметричних навантажень приводить до виникнення додаткових струмів прямої і зворотної послідовності.

Для динамічного навантаження (асинхронних електродвигунів), опори яких залежні від ковзання і різні для прямої і зворотної послідовностей, викликає додаткові втрати активної потужності [2].

Несиметрія струмів викликає збільшення втрат у розподільному обладнанні мережі. Несиметричні струми зворотної і нульової послідовностей викликають додатковий нагрів у різному обладнанні, зокрема, в розподільних трансформаторах, що зменшує строк їх експлуатації. Зменшити втрати активної потужності від несиметрії струмів у розподільних трансформаторах можна за рахунок схеми з'єднання. Крім того, схема з'єднання обмоток розподільного трансформатора також суттєво впливає на несиметрію напруги. Більшість трансформаторів, що встановлені у мережах, мають схему «зірка-зірка з нулем» ( $Y/Y_0$ ). Такі трансформатори дешевші, але у них великий внутрішній опір струмам нульової послідовності  $Z_0$ . Для зниження несиметрію напруги, що викликає трансформатор, доцільно застосовувати схеми з'єднання «трикутник-зірка з нулем» ( $\Delta/Y_0$ ) або «зірка-зигзаг» ( $Y/Z_0$ ).

Протікання несиметричних струмів веде до зниження ефективності передачі потужності у випадку, якщо одна фаза завантажена до номінального значення, а дві інші ледь завантажені. В цьому випадку не можна підключити будь-яке трифазне навантаження. В цьому випадку передана потужність трифазної мережі відповідає третині від номінальної.

Несиметричне навантаження в мережах з нейтральним проводом на практиці завжди призводить до виникнення струму в нейтралі. А це додаткові втрати активної потужності і виникнення напруги зміщення нейтралі (напруги нульової послідовності). Крім струму у нейтральному проводі, через нейтральний провід течуть струми третьої і інших непарних гармонік, кратних трьом.

Струми вищих гармонік викликаються нелінійними навантаженнями, які в теперішній час складають більшу частину навантажень.

Несиметрія струмів надає додатковий ефект на загрузку нейтрального проводу, що викликає його перевантаження і перегорання (обриву), що призводить до виходу з ладу електротехніки з боку споживача, а також є дуже небезпечним від враження струмом для людини.

Від несиметрію струмів виникають аварійні режими мережі: перевантаження ліній електропередачі, в результаті чого збільшується ризик виникнення аварійних режимів мережі: перевищення номінального струму у фазах лінії, протікання великих струмів в нейтралі.

Причин, що викликають несиметрію струмів, багато. По-перше, це підключення однофазних навантажень до трифазної енергосистеми. Потужне однофазне навантаження викликає сильну несиметрію. Прикладом такого навантаження є електропоїзди. Підключення такого навантаження викликає великі струми зворотної послідовності, що викликають втрати в обмотках тягових трансформаторів на 25 % вище, ніж струмами прямої послідовності.

Наявність незалежних однофазних споживачів (побутових споживачів) теж викликає несиметрію струмів: об'єктивно (на стадії проектування електромереж споживачів «рівномірно» розподіляють між фазами) і суб'єктивно (включення і відключення споживачів спостерігається у довільному порядку).

Характер трифазної установки теж впливає на несиметрію споживаних струмів: наприклад, трифазні дугогасні електропечі. В таких печах величина спожитого струму по кожній фазі залежить від розподілення зануреної шихти і носить випадковий характер аж до різкої несиметрії.

Різні значення повних опорів у лініях електропередачі теж є причиною несиметрію струмів. Цьому причиною є: відсутність транспозиції проводів в лінії електропередачі, електромагнітний зв'язок між лініями при передачі по одних опорах двох різних незв'язаних кіл, наявність високочастотних загороджувачів і нерівномірне розподілення паразитних ємностей у довгих лініях.

Аварійні режими у лініях електропередачі (обрив фази або коротке замикання фаз між собою на землю) теж є причиною несиметрію струмів.

Виникнення несиметричної напруги можливе із-за зовнішніх факторів: аварії на сусідніх ділянках, споживання потужностей і сусідніх ділянках мережі з різко вираженою несиметрію, а також порушення правил в організації електропостачання призводить до несиметрію напруг і струмів в мережі. В цьому випадку компенсація струмів несиметрію, що викли-

кані несиметрію напруг є зайвою, оскільки ці струми компенсації не дають корисного ефекту, а тільки додатково завантажують пристрій компенсації.

Постачальник електроенергії повинен надавати споживачу якісну напругу, що визначено нормами ДСТУ, але на практиці, домогтися цього може бути дуже складною задачею. Одним з рішень цієї проблеми є установка пристрою симетрування напруги на стороні споживача [3].

При стабільному графіку навантажень зниження систематичної несиметрії струмів в мережі може бути досягнуто вирівнюванням навантажень по фазам шляхом переключення частини навантаження з перевантаженої фази на ненавантажену. Але такий спосіб не завжди дозволяє знизити несиметрію струмів до необхідного значення. В зв'язку з цим розроблені пристрої по зниженню несиметрії струмів, такі як конденсаторні установки, що працюють в несиметричному режимі і установки на основі схеми Штейнмеца і її модифікацій.

Конденсаторні установки не тільки є джерелом реактивної потужності, широко використовуються для регулювання реактивної потужності і підтримки рівня напруги в енергетичних системах, але і володіють симетруючим ефектом. Для цього необхідне керування комутаційною апаратурою, що дозволяє підключати конденсаторні батареї на несиметричному режимі. Конденсаторні установки для симетрування струмів мають ряд недоліків: при їх підключенні стрибки струму; невисока точність компенсації і ступінчасте регулювання; при симетруванні завжди генерується реактивна потужність; можуть виникати перехідні процеси і неможливість симетрування в динамічних режимах роботи мережі.

Симетрування струмів за допомогою схеми Штейнмеца застосовують для зниження струмів несиметрію, які викликані при живленні однофазного навантаження лінійною напругою. Пристрої, виконані на схемою Штейнмеца теж мають недоліки.

З появою потужних силових напівпровідникових приборів, широке використання отримав компенсатор на основі тиристорно-реакторної групи.

Ситуація в цій області суттєво змінилася з розробкою і освоєнням виробництва повністю керованих силових електронних ключів, що дало змогу активної фільтрації і керування реактивною потужністю та іншими видами неактивних потужностей, включаючи потужності несиметрії. Для рішення задачі покращення якості струму найбільше розповсюдження отримали пристрої, виконані на основі мостового напівпровідникового перетворювача напруги з конденсатором на стороні постійного струму і дроселями на стороні змінного струму. Однак в цих пристроях недосліджені процеси впливу несиметрії струмів на завантаження силової елементної бази в режимах імпульсної модуляції.

В наступний час активно досліджуються і розробляються компенсатори реактивної потужності на основі тиристорно-реакторної групи в поєднанні з конденсатором, що дозволяють знизити несиметрію струмів і підвищити якість електроенергії для споживачів.

**Висновок.** Аналіз впливу несиметрії струмів у трифазних колах і причин їх виникнення показав, що актуально розробляти компенсатори потужності несиметрії, що дозволяють знизити не тільки несиметрію струмів, а і підвищити якість електроенергії для споживачів. Це дозволить суттєво витрати електроенергії, підвищити енергоефективність і енергозбереження електроустаткування.

### **Список використаних джерел**

1. ГОСТ 13109-97. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. - Введ. в Украине с 01.01.2000.
2. Попова І.О. Контроль режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі. /І.О. Попова Автореф. дис... кандидата техн. наук. – Мелітополь: 2003. – 20 с.
3. Косоухов Ф.Д. Снижение потерь от несимметрии токов и повышение качества электрической энергии в сетях 0,38 кВ с коммунально-бытовыми нагрузками /Ф.Д. Косоухов, Н.В. Васильев, А.О. Филиппов //Электротехника. 2014, № 6. – с. 8-12.



## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ШВИДКІСТЬ ТЕПЛОВОГО ЗНОСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

**Шарапов О.С., студент 21 МБЕЕ**

*Науковий керівник*

**Квітка С.О., к.т.н., доцент**

**e-mail: sergei.kvitka1965@gmail.com**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Робота присвячена дослідженню впливу відхилення напруги на затискачах асинхронного електродвигуна на швидкість теплового зносу ізоляції статорної обмотки.*

**Постановка проблеми.** Досвід експлуатації електроустаткування в сільському господарстві показує, що аварійність асинхронного двигуна висока через низьку якість електричної енергії в системах електропостачання загального значення, оскільки лінії електропередачі мають велику довжину, а до джерел живлення силових трансформаторів підключають одночасно однофазні і трифазні навантаження [1].

**Аналіз останніх досліджень.** В стандарті встановлено два види норм допустимого значення сталого відхилення напруги: нормально допустиме значення та гранично допустиме значення. Нормально допустиме значення сталого відхилення напруги  $\delta U$  при його зниженні на виводах споживачів електроенергії дорівнює 5 %, а гранично допустиме значення – 10 %.

Існуючі методи дослідження режимів роботи асинхронних двигунів (АД), як правило, не враховують залежності їх від відхилення напруги, завантаження робочих машин та особливостей їх механічних характеристик. За критерії оцінки режимів роботи АД беруться, як правило, сила струму та температура обмотки і не використовується такий об'єктивний показник, як швидкість витрати ресурсу ізоляції обмоток електродвигунів [1, 2].

**Мета статті.** Дослідження режимів роботи АД при зниженні напруги мережі з урахуванням кратності прикладеної напруги, коефіцієнта завантаження робочої машини та особливостей електроприводу.

**Основні матеріали дослідження.** В роботі досліджено режими роботи АД при зниженні напруги мережі з урахуванням кратності прикладеної напруги, коефіцієнта завантаження робочої машини та особливостей електроприводу. За параметр, що характеризує витрату ресурсу ізоляції асинхронного двигуна, прийнято швидкість теплового зносу ізоляції

$$\varepsilon = \varepsilon_n \cdot e^{B \left( \frac{1}{\Theta_n} - \frac{1}{\Theta_{cm}} \right)}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_n$  – номінальна швидкість теплового зносу ізоляції, бгод/год;

$B$  – параметр, що характеризує клас ізоляції, К;

$\Theta_n$  – абсолютна номінальна стала температура обмотки статора, К;

$\Theta_{cm}$  – абсолютна фактична стала температура обмотки статора, К.

Абсолютна фактична стала температура обмотки статора

$$\Theta_{cm} = \tau_{cm} + \vartheta_{сер} + 273, \quad (2)$$

де  $\tau_{cm}$  – стале перевищення температури обмотки статора над температурою навколишнього середовища, °С;

$\vartheta_{сер}$  – температура навколишнього середовища, °С.

Стале перевищення температури обмотки статора

$$\tau_{cm} = \tau_n \frac{a + k_i^2}{a + 1 - \alpha \tau_n (k_i^2 - 1)}, \quad (3)$$

де  $\tau_n$  – номінальне перевищення температури обмотки статора, °С;

$a$  – коефіцієнт втрат потужності;

$k_i$  – кратність сили струму відносно номінального значення;

$\alpha$  – температурний коефіцієнт опору матеріалу обмотки статора, 1/°С.

Проведено дослідження впливу прикладеної напруги на величину фазного струму електродвигуна типу 4АМ132S4У3 (номінальна потужність 7,5 кВт) при різних коефіцієнтах завантаження, на підставі яких визначена швидкість теплового зносу ізоляції асинхронного двигуна в залежності від кратності прикладеної напруги при різних коефіцієнтах завантаження і типу робочої машини при  $x = 1$ .

В результаті проведених досліджень для асинхронного двигуна 4АМ132S4У3 отримані графічні залежності: фазного струму електродвигуна в функції кратності прикладеної напруги при фіксованій кратності коефіцієнта завантаження  $I_\phi = f(k_u, k_z)$  (рис. 1) і швидкості теплового зносу ізоляції електродвигуна в функції кратності напруги при фіксованій кратності коефіцієнта завантаження  $\varepsilon = f(k_u, k_z)$  (рис. 2).

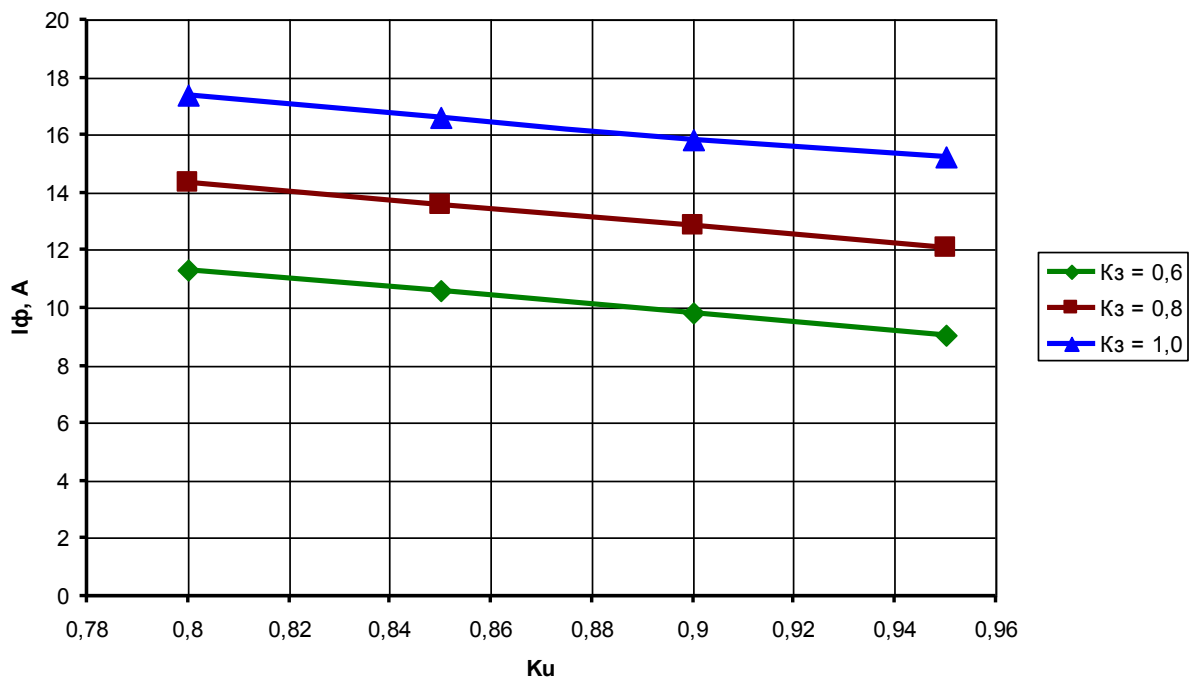


Рисунок 1 – Залежності фазного струму асинхронного електродвигуна 4АМ132S4У3 в функції кратності прикладеної напруги при фіксованій кратності коефіцієнта завантаження

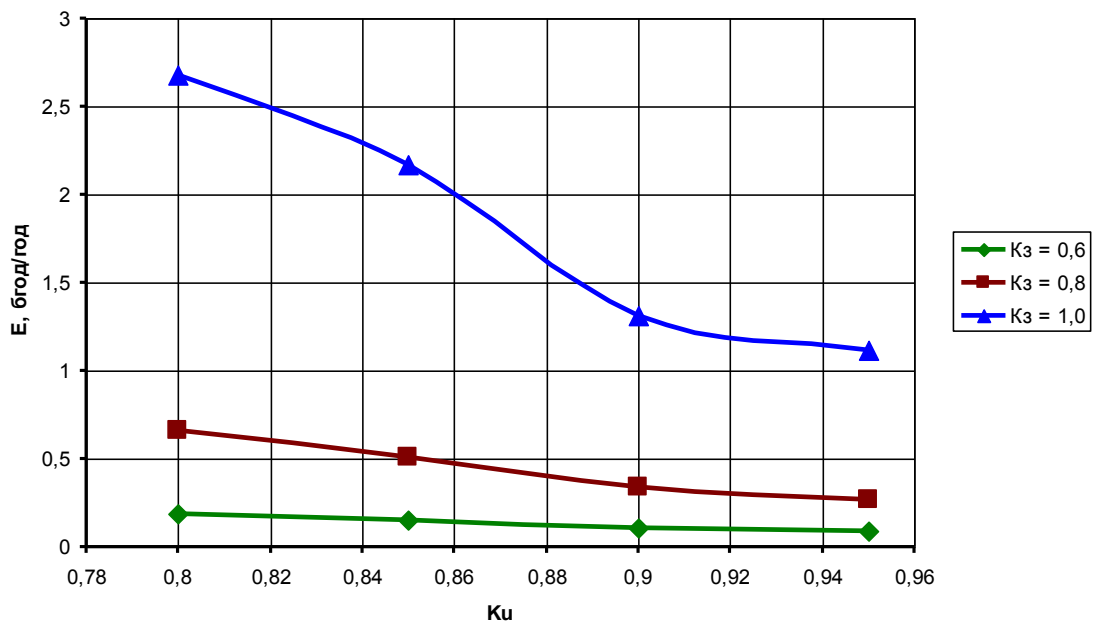


Рисунок 2 – Залежності швидкості теплового зносу ізоляції асинхронного електродвигуна 4AM132S4U3 в функції кратності напруги при фіксованій кратності коефіцієнта завантаження

**Висновок.** Аналіз залежностей показав, що швидкість теплового зносу ізоляції асинхронного двигуна залежить від виду механічної характеристики робочої машини, кратності прикладеної напруги та коефіцієнту завантаження робочої машини.

#### Список використаних джерел

1. Овчаров В.В.. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – Киев: Изд-во УС-ХА, 1990. – 168 с.
2. Вовк О.Ю. Вплив зниження напруги живлячої мережі на теплове зношення ізоляції асинхронного електродвигуна / О.Ю. Вовк, С.О. Квітка, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків : ХНТУСГ, 2014. – С. 79-81.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСАДИБНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ

Вдовін Богдан, 1С курс

Науковий керівник

Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

vdovinbogdan0@gmail.com

alekstdaty1979@gmail.com

*В роботі проведено аналіз технологічного потенціалу вітрової енергетики України. Проведено розрахунок основних параметрів та обґрунтовано вибір вітроенергетичної установки для присадибного господарства.*

**Постановка проблеми.** Україна – єдина з країн СНД та східної Європи, яка цілеспрямовано впроваджує вітроенергетику в промислових масштабах. Сьогодні встановлена потужність промислових ВЕС становить близько 430 МВт. Крім великих ВЕС в Україні є значна потреба в малих та мікровітроагрегатах потужністю від 300 Вт до 50 кВт для індивідуального автономного використання. Тому обґрунтований вибір вітроенергетичної установки для присадибної ділянки є досить важливим питанням.

**Аналіз останніх досліджень.** Технологічний потенціал вітрової енергетики України становить 15 млн. т. у.п. (умовного палива), або 23,8% від усіх джерел відновлювальної енергетики. Прогнозується, що використання вітрової енергії в 2020 році буде еквівалентно 6,5 млн. т. у.п., а в 2030 році – 10 млн. т. у.п. [1, 2]. В нашій країні підприємства випускають вітроенергетичне обладнання на рівні світових зразків. Вітроенергетична установка потужністю 39 кВт з робочою баштою і повним комплектом обладнання коштує близько 750 тис. грн. [3]

**Мета статті.** Метою даної статті є розрахунок основних параметрів та обґрунтований вибір вітроенергетичної установки для присадибної ділянки.

**Основні матеріали дослідження.** Для розрахунку вітроенергетичної установки приймаємо значення середньорічної швидкості вітру  $U_{c.p.} = 6,5$  м/с. [4], задана розрахункова швидкість вітру  $U_0$  (прийнята на 50% більше від середньорічної).

Визначимо розрахункову швидкість вітру

$$U_0 = 1,5 \cdot U_{c.p.} \quad (1)$$

$$U_0 = 6,5 + 0,5 \cdot 6,5 = 9,75 \text{ м/с.}$$

Визначаємо потужність вітроенергетичної установки

$$P = C_p \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \rho \cdot \frac{U_0^3}{8}, \quad (2)$$

де  $C_p$  – коефіцієнт потужності, максимальне значення,  $C_p = 0,3 \dots 0,4$ ;

$\pi$  – математична стала,  $\pi = 3,14$ ;

$D$  – діаметр вітроколеса, м. Приймаємо  $D = 7$  м.;

$\rho$  – густина повітря,  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>;

$$P = 0,4 \cdot 3,14 \cdot 7^2 \cdot 1,2 \cdot \frac{9,75^3}{8} = 10398 \text{ Вт.}$$

Ефективність роботи вітроколеса залежить від коефіцієнта швидкохідності  $z$ , тобто відношення швидкості кінців лопатей ВК до швидкості вітру.

$$z = \frac{U_{\pi}}{U_0} = \frac{R \cdot \omega}{U_0}, \quad (3)$$

де  $R$  – радіус вітроколеса, м;

$\omega$  – кутова швидкість вітроколеса, рад/с.

Для трьохлопатевого вітроколеса,  $z=4$  [3]. Оптимальна швидкохідність вітроколеса визначається за формулою

$$\omega_0 = 2 \cdot z \cdot \frac{U_0}{D}, \quad (4)$$

$$\omega_0 = \frac{2 \cdot 4 \cdot 9,75}{6,8} = 11,47 \text{ рад / с.}$$

Оптимальна частота обертання вітроколеса дорівнює

$$n_0 = \frac{\omega}{2 \cdot \pi}, \quad (5)$$

$$n_0 = \frac{11,47}{2 \cdot 3,14} = 1,83 \text{ с}^{-1}.$$

Період обертання вітроколеса визначимо за наступною формулою

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega_0}, \quad (6)$$

$$T = \frac{2 \cdot 3,14}{11,47} = 0,55 \text{ с.}$$

Лінійна швидкість кінця лопаті визначається за формулою

$$U_{\text{л}} = R \cdot \omega_0, \quad (7)$$

$$U_{\text{л}} = 3,4 \cdot 11,47 = 39 \text{ м / с.}$$

Відповідно до розрахунків проведемо аналіз існуючих вітроустановок, які випускає промисловість. Для забезпечення великого будинку і всієї його прилеглої території, або декількох невеликих будинків достатньо однієї вітроенергетичної установки. Застосування вітроенергетичної установки потужністю 10 кВт може використовуватися фермами, невеликими готелями, ресторанами, будівельними майданчиками, середніми і великими магазинами.

Своєю популярністю в нашій країні вітроенергетична установка потужністю 10 кВт зобов'язана своєю універсальністю, а також співвідношенням ціни і потужності. Круглий рік така вітроенергетична установка виробляє електричну енергію, що акумулюється і використовується при потребі [4]. Відповідно до цього розглянемо основні характеристики ВЕУ потужністю 10 кВт, яку випускає промисловість. У таблиці 1 приведені основні характеристики вітроустановки [4].

Таблиця 1 – Основні характеристики вітроустановки Ветер К 10-40-7.

	Найменування	Характеристика
1	Продуктивність генератора, Р, Вт	9000...13000
2	Початкова швидкість вітру $U_{\text{поч}}$ , м/с	2
3	Номінальна швидкість вітру $U_{\text{ном}}$ , м/с	10
4	Загальна маса ВЕУ, кг	1548
5	Продуктивність електроенергії за місяць, кВтгод.	2200
6	Напруга, яку виробляє ВЕУ, В	240
7	Максимальна сила струму, А	54,2
8	Кількість акумуляторів, шт.	40, 12В, 200 Ач
9	Характеристика інвертора	220/380В, 50 Гц, 7кВт
10	Кількість лопатей, шт.	3
11	Діаметр ротора ВЕУ, м	7
12	Матеріал лопатей	FRP (фіберглас)
13	Захист від урагану	AvtoFurl (автоматичний)
14	Висота мачти, м	12
15	Контролер заряду	AIC (автомат.)
16	Робоча температура, °С	-40...+60
17	Тип ВЕУ	PMG (на постійних магнітах).
18	Тип вітрогенератора	Eurowind 10

На рисунку 1 представлено графічну залежність потужності вітроенергетичної установки від швидкості вітру

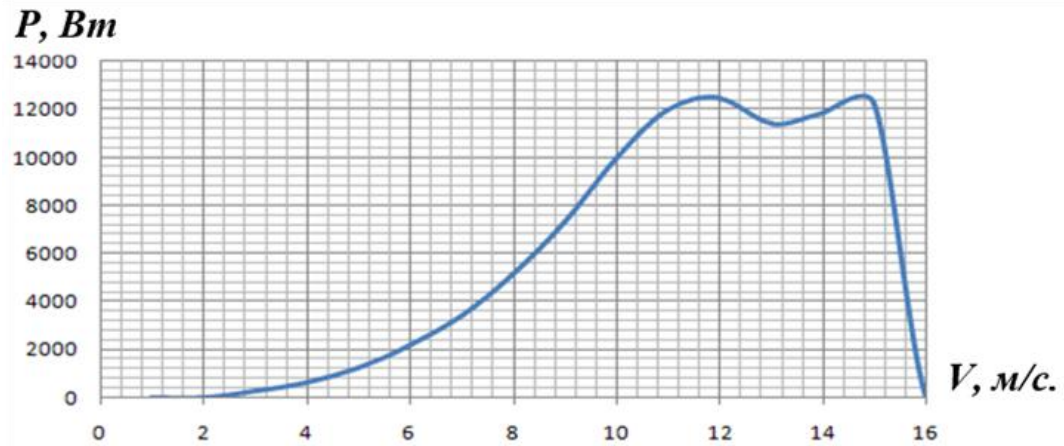


Рисунок 1 – Залежності потужності вітроенергетичної установки від швидкості вітру



Рисунок 2 – Загальний вигляд вітроенергетичної установки

**Висновок.** В роботі проведено розрахунок потужності та основних технічних параметрів вітроенергетичної установки. Обґрунтовано вибір вітроенергетичної установки для присадибного господарства.

**Список використаних джерел.**

- 1 Щербина О.М. Енергія для всіх: технічний довідник/ О.М. Щербина – Ужгород: Видавництво Валерія Подяка, 2007. – 340 с.
- 2 Постанова № 745 "Про перехід до єдиних роздрібних тарифів на електричну енергію, яка відпускається споживачам": за станом на 15.08.2009/ Кабінет Міністрів України. – Офіц. вид. – К.: Вид-во кабміну, 2009. – (Бібліотека офіційних видань).
- 3 Ясенцький В. Мала вітроенергетика України// В. Ясенцький, В. Клименко// Зелена енергетика, 2003 – № 1 (9). – С. 23-25.
- 4 Вітроенергетичні системи малої потужності// – Зелена енергетика, 2004. – № 1 (13). – С. 14-1.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МАГНІТОПРОВОДУ І МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Мамонтов Р.В., студент 11МБЕЕ групи

Науковий керівник

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент,

[Oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua](mailto:Oleksandr.vovk@tsatu.edu.ua)

*Анотація: робота присвячена обґрунтуванню параметрів функціонального стану магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна при періодичному контролі.*

**Постановка проблеми.** У процесі експлуатації асинхронних електродвигунів, встановлених у господарствах агропромислового комплексу, відмови відбуваються головним чином внаслідок ушкодження обмотки статора (приблизно 80 % відмов); ушкодження підшипників (приблизно 15 % відмов); ушкодження інших елементів (приблизно 5 %) [1]. У той же час асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, що відмовили, мають ослаблення перетину стрижнів обмотки ротора (6,8 % – одного стрижня, 10,5 % – двох стрижнів і 26,3 % – трьох і більше стрижнів) і повітряний зазор, що перевищує своє номінальне значення (68 % двигунів, що відмовили) [2]. Це свідчить про те, що найбільш вразливим елементом конструкції електродвигуна є обмотка статора, але до її пошкодження, окрім зовнішніх експлуатаційних впливів, може призвести і пошкодження магнітопроводу або механічної частини. Тому що пошкодження вказаних елементів призводять до збільшення споживаного електродвигуном струму і, як наслідок, до перегрівання обмотки статора та до виникнення внаслідок цього у ній пошкоджень.

**Аналіз останніх досліджень.** Існуючі методи діагностування магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна детально розглянуто у [3, 4]. Аналіз цих методів показав, що кожен з них має як переваги, так і недоліки. Неefективними можна вважати методи, які потребують встановлення спеціального обладнання, виведення об'єкту діагностики з технологічного процесу, розбирання двигуна та неодноразової перевірки результатів діагностики кількома методами обробки діагностичних сигналів.

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Тому у роботі поставлене завдання проаналізувати причини виникнення несправностей магнітопроводу і механічної частини асинхронного електродвигуна та обґрунтувати діагностичні параметри вказаних елементів і значення цих параметрів.

**Основна частина.** Згідно [5] більшість несправностей магнітопровода асинхронного електродвигуна супроводжуються підвищенням виділенням тепла; наприклад, руйнування міжлистової ізоляції осердя статора призводить до його підвищеного нагрівання. Тому зміна втрат активної потужності в магнітопроводі електродвигуна є діагностичним параметром функціонального стану його магнітопроводу. Але контролювати втрати в магнітопроводі необхідно в однакових умовах на початку експлуатації (базові втрати) і через певний проміжок часу (поточні втрати). Назвемо ці умови контрольним режимом роботи, тоді можемо записати:

$$\delta_{\text{мг}} = \frac{P_{\text{мг}}}{P_{\text{мг.б}}}, \quad (1)$$

де  $P_{\text{мг}}$  – поточні втрати в магнітопроводі у контрольному режимі роботи, Вт;  
 $P_{\text{мг.б}}$  – базові втрати в магнітопроводі у контрольному режимі роботи, Вт.

Для обґрунтування значення відхилення втрат в магнітопроводі  $\delta_{\text{мг}}$  розглянемо причини, які призводять до несправностей магнітопроводу. При виробничій експлуатації початкові дефекти в магнітопроводі (технологічного походження) прогресують: збільшується площа контактних з'єднань, що виникли між окремими листами магнітопроводу при запресуван-

ні; під впливом вологи відбувається корозія активної сталі електродвигуна; а пил, пісок і інші абразивні частинки в повітряному зазорі прискорюють зношення ізоляції магнітопроводу.

На зношення магнітопроводу впливають несправності інших вузлів асинхронного електродвигуна:

- замикання в обмотці статора, обрив стрижня обмотки ротора або інші несправності даних вузлів призводять до збільшення вібрації електродвигуна, а також обумовлюють підвищене нагрівання магнітопроводу, в результаті чого його ізоляція руйнується і утворюються додаткові короткозамкнені контури для вихрових струмів;

- зношення підшипників або вигин вала призводять до появи контакту між активною сталлю ротора і статора, в цьому місці ізоляція магнітопроводу руйнується і вихрові струми збільшуються.

Отже, якщо в магнітопроводі виникла несправність, то  $P_{мг} > P_{мг.б}$ , тому в данному випадку  $\delta_{мг} > 1$ . Якщо несправність виникає в іншому вузлі асинхронного електродвигуна (обмотці статора, обмотці ротора, підшипниках), то це означає, що електродвигун в контрольному режимі роботи буде споживати більший струм. Внаслідок цього зменшиться основний магнітний потік, що призведе до зниження в контрольному режимі роботи поточних втрат в магнітопроводі у порівнянні з базовими. Тому  $\delta_{мг} < 1$  означає виникнення несправностей в інших вузлах асинхронного електродвигуна. Таким чином, на протязі експлуатації відхилення втрат в магнітопроводі може мати наступні значення:

- номінальний функціональний стан магнітопроводу:  $\delta_{мг} \leq 1$  (при  $\delta_{мг} < 1$  несправними є інші вузли електродвигуна);

- неномінальний функціональний стан магнітопроводу:  $\delta_{мг} > 1$ .

Згідно [5] більшість несправностей механічної частини (підшипників) асинхронного електродвигуна супроводжуються підвищеним виділенням тепла; наприклад, руйнування сепаратора, кульок або роликів у підшипниках кочення призводить до збільшення сили тертя й, як наслідок, до зростання нагрівання підшипників. Тому зміна механічних втрат потужності в електродвигуні є діагностичним параметром функціонального стану цієї частини. Але контролювати механічні втрати необхідно в однакових умовах на початку експлуатації (базові втрати) і через певний проміжок часу (поточні втрати). Вище ці умови названо контрольним режимом роботи, тоді запишемо:

$$\delta_{мх} = \frac{P_{мх}}{P_{мх.б}}, \quad (2)$$

де  $P_{мх}$  – поточні механічні втрати у контрольному режимі роботи, *Вт*;

$P_{мх.б}$  – базові механічні втрати у контрольному режимі роботи, *Вт*.

Для обґрунтування значення відхилення механічних втрат  $\delta_{мх}$  розглянемо причини, які призводять до несправностей механічної частини (підшипників). При виробничій експлуатації початкові дефекти підшипників (технологічного походження) прогресують: неправильна посадка на вал призводить до затискання тіл кочення, підвищеного нагрівання і вигорання мастила, а вплив навколишнього середовища (пил, абразивні частинки) прискорюють зношення підшипника.

Внаслідок втомного руйнування, яке відбувається під дією значних місцевих змінних напруг, що виникають при роботі електродвигуна, виходить з ладу близько 80% підшипників кочення [6]. Фактором, що прискорює цей процес, є вібрація, яка може виникнути в результаті пошкодження обмоток електродвигуна (замикання, обрив).

Отже, якщо в механічній системі виникла несправність, то  $P_{мх} > P_{мх.б}$ , тому в данному випадку  $\delta_{мх} > 1$ . Якщо несправність виникає в іншому вузлі асинхронного електродвигуна (обмотці статора, обмотці ротора), то це означає, що електродвигун в контрольному режимі роботи буде споживати більший струм. Внаслідок цього збільшиться ковзання електродвигуна, а швидкість обертання ротора зменшиться, що призведе до зниження в контрольному режимі роботи поточних механічних втрат у порівнянні з базовими. Тому  $\delta_{мх} < 1$  означає ви-



никнення несправностей в інших вузлах асинхронного електродвигуна. Таким чином, на протязі експлуатації відхилення механічних втрат може мати наступні значення:

– номінальний функціональний стан механічної частини:  $\delta_{mx} \leq 1$  (при  $\delta_{mx} < 1$  несправними є інші вузли електродвигуна);

– неномінальний функціональний стан механічної частини:  $\delta_{mx} > 1$ .

**Висновки.** Таким чином, обґрунтовано параметри, які характеризують функціональний стан магнітопроводу і механічної частини (підшипників) асинхронного електродвигуна та можуть бути використані при періодичному контролі його функціонального стану. Отже, при виникненні несправності у вказаних вузлах в них збільшуються втрати потужності. Відхилення втрат потужності у вказаних вузлах в контрольному режимі роботи є діагностичними параметрами функціонального стану означених вузлів електродвигуна: якщо  $\delta_{me} \leq 1$ ,  $\delta_{mx} \leq 1$ , то функціональний стан номінальний (при  $\delta_{me} < 1$ ,  $\delta_{mx} < 1$  несправними є інші вузли електродвигуна); якщо  $\delta_{me} > 1$ ,  $\delta_{mx} > 1$ , то функціональний стан неномінальний.

#### **Список використаних джерел.**

1. Русан В.И. Диагностика электрооборудования / В.И. Русан. – Минск: БГАТУ, 2010. – 220 с.
2. Таран В.П. Диагностирование электрооборудования / Таран В.П.. – К. : Техніка, 1983. – 200 с.
3. Сидельников Л.Г. Обзор методов контроля технического состояния асинхронных двигателей в процессе эксплуатации / Л.Г. Сидельников, Д.О. Афанасьев // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 7. – С.127–137.
4. Вахромеев О.С. Современные методы диагностики электромеханических систем / О.С. Вахромеев, Р.Т. Каримов, А.И. Надеев // Вестник АГТУ. – 2006. – № 2(31). – С.51–55.
5. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин / Р.Г.Гемке // Под ред. Р. Б. Уманцева. – Л. : Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.
6. Кузнецов Н.Л. Надёжность электрических машин. – М. : Изд. дом МЭИ, 2006. – 432 с.

## СУШКА ОБМОТОК ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФРАЧЕРВОНИХ ПРОМЕНІВ

**Хлепiтько В.В., М1 курс,**

*Науковий керiвник*

**Адамова С. В., асистент**

*Таврiйський державний агрoтехнологiчний унiверситет iм. Дмитра Моторного*

**e-mail: vitko9728@rambler.ru**

**e-mail: adamova\_sv@ukr.net**

*Робота присвячена обґрунтуванню методу сушки iзоляцiї обмоток електродвигунiв за допомогою iнфрачервоних променiв.*

**Постановка проблеми.** У процесі експлуатації або навпаки в процесі простоювання електродвигунів, опір ізоляції обмоток може знизатися. Відбувається це через насичення обмоток вологою. Нижня межа опору ізоляції дорівнює 0,5 мОм. Нижче цього значення, використання електродвигуна може призвести до пробоя ізоляції під час його експлуатації. Для того щоб збільшити значення опору ізоляції до нормативного, використовують сушіння обмоток. Тому пошук способу сушіння обмоток є актуальним [1].

**Аналіз останніх досліджень.** На сьогодні найпоширенішими методами сушіння ізоляції обмоток двигунів є наступні: конвективна, індукційна, сушка струмом від стороннього джерела та сушка інфрачервоними променями. Конвективна сушка проводиться в спеціальних шафах, в якості джерела теплоти використовується пара, електроенергія або газ. Індукційна сушка відбувається при нагріванні машини індукційним струмом, які виникають при пропусканні змінного струму по спеціальній намагнічувальній обмотці, яка розміщена на статорі. При струмовому сушінні через обмотку статора пропускається електричний струм, який і служить причиною нагріву. Недоліками сушіння обмоток електродвигунів при конвективній сушці є тривалий час сушіння та значні теплові втрати, при індукційній сушці потрібно проводити розрахунок намагнічувальній обмотки, а при струмовій сушці потрібне додаткове обладнання.

**Мета статті.** Обґрунтування методу сушки ізоляції обмоток електродвигунів за допомогою інфрачервоних променів.

**Останні матеріали дослідження.** Інфрачервоною сушкою називають технологію, при якій використовується здатність невидимого людським оком електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі 780 нм - 1 мм нагрівати поверхні. При «обробці» інфрачервоними променями температура поверхні підвищується, а шари повітря, що знаходяться між джерелом випромінювання і поверхнею, не нагріваються.

Сушка інфрачервоними променями досить новий метод сушіння, який проводиться лампами розжарювання спеціальної конструкції типів ЗС-1, ЗС-2, ЗС-3, в яких 80 - 90% електроенергії переходить в енергію теплового випромінювання (рисунок 1). При відсутності спеціальних ламп використовують звичайні лампи розжарювання. У цьому випадку їх виробляють напругою до 10 - 15% нижче номінальної. Для направлення пучка променів, лампи поставляють рефлекторами параболічної форми.

Для сушки статора при вийнятому роторі лампи розташовують у розточення статора; для сушіння якоря - по колу. Відстань між лампами встановлюють в межах 0,2 - 0,25 м, а між лампами і опроміненою поверхнею - 0,3 - 0,35 м. На поверхні обмоток температуру контролюють за допомогою термометрів або термопар, закритих стрічкою від безпосереднього опромінення. Після включення ламп через 1 - 2 год вимірюють і записують температуру і величину опору ізоляції. Через кожні 2 ч безперервного опромінення після початку сушіння лампи відключають на 10 - 15 хв для створення температурного перепаду між внутрішніми і зовнішніми шарами ізоляції. Для прискорення процесу сушіння та видалення пари, що виділяється нагріті обмотки обдувають холодним повітрям протягом 10 - 15 хв через кожні 30 -

40 хв сушки [2].



Рисунок 1– Сушка інфрачервоними променями

Експлуатація інфрачервоного обладнання та його обслуговування досить прості. Прилад встановлюється в певне положення, задається час сушіння, а при необхідності і рівень продуктивності. Після закінчення сушіння установка автоматично вимикається. Залежно від форми і розмірів об'єктів сушіння пропонуються різні варіанти конструкції приладу: штативний випромінювач з одним або двома касетними модулями для сушіння невеликих і середніх поверхонь; поверхневий випромінювач з чотирма касетними модулями, які можуть збиратися на стіні або на підвісних елементах у камері для сушки великих поверхонь; модульний випромінювач (випромінювач-каркас), що дозволяє при необхідності відмовитися від звичайних сушильних камер. Найсучасніші випромінювачі обладнані ультразвуковими сенсорами виміру відстані до об'єкта, дистанційним датчиком температури поверхні і процесором, що дозволяє вибрати оптимальний режим сушіння (відстань і час) в залежності від площі і застосовуваного матеріалу (рисунок 2).



Рисунок 2 – Інфрачервона сушка

Серед переваг технології ІЧ-сушіння можна виділити наступні: оптимальна пристосованість до геометричних параметрів об'єкта сушіння, відсутність енергетичних втрат, скорочена тривалість процесу, незначна витрата енергії (теплота створюється тільки там, де вона необхідна), низькі інвестиційні витрати, висока екологічність і надійність в роботі.

**Висновок.** В результаті детального розгляду виявлено ряд технологічних, економічних та екологічних переваг методу сушки ізоляції обмоток електродвигунів за допомогою інфрачервоних променів, який надійно забезпечує сушіння обмоток при зменшенні опору ізоляції.

#### **Список використаних джерел.**

1. Ермолаев С. А. Эксплуатация энергооборудования в сельском хозяйстве / С.А. Ермолаев, Е.П. Масюткин, В.Ф. Яковлев- К.: Фирма «Инкос», 2005. - 670с.
2. Сушильні процеси та установки. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://tkachenko.vk.vntu.edu.ua/file/cda121b838067ae3ea7278d7f3afc556.pdf>. – Название с экрана.

**СЕКЦІЯ 3.**  
**АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕРНОСУШАРКИ НА ЗЕРНОПУНКТІ

Уколов К.С., студент 22 ЕЕ

e-mail: kirill58743@gmail.com

Науковий керівник

Постнікова М.В., к.т.н., доц.

e-mail: marina.postnikova@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Запропонована принципова електрична схема  
автоматизації зерносушарки на зернопункті*

**Постановка проблеми.** Барабанні зерносушарки, які працюють на твердому паливі, важко автоматизувати, так як топка не може завантажуватися простими автоматичними пристроями. В цьому випадку приходиться обмежуватися автоматизацією контролю температури нагрівання зерна і регулювання температури сушильного агента [1-3].

**Аналіз останніх досліджень.** Автоматизація пред'являє до зерносушильних установок ряд вимог, які не грають вирішальну роль при ручному способі керування процесом. Ці вимоги направлені на те, щоб більш точно вести процес сушки без зниження якості зерна.

Процес сушки в барабанних зерносушарках розраховується суворо на певний вологоз'єм за один пропуск. В зв'язку з цим у виробничих установках в більшості випадків всі параметри стабілізуються. Застосування автоматичних систем стабілізації дозволяє значно поліпшити якість ведення процесу сушки зерна [1-3].

**Мета статті.** Запропонувати принципову електричну схему автоматизації зерносушарки на зернопункті.

**Основні матеріали дослідження.** Для автоматизації режиму сушіння застосовують спеціальні пристрої, які об'єднані в електричні схеми. Одна з схем автоматизації барабанної зерносушарки приведена на рисунку 1. Параметр вологості в цій схемі не регулюється, я тільки контролюється.

Перед пуском зерносушарки вмикають автомат *QF1*. Кнопками *SB2*, *SB4*, *SB6* вмикають магнітні пускачі *KM3*, *KM2*, *KM4* відповідно вентилятора сушильного барабана, сушильного барабана та шлюзового затвора.

На рисунку 1 приведена схема регулювання, яка дозволяє стабілізувати температуру сушильного агента. В якості датчика температури сушильного агента застосований контактний термометр з межами уставки контакту від 200 до 300 °С. Його контакти *SK* включені в коло поляризованого реле *KL1*, яке керує вихідним реле *KL2*. Вихідне реле *KL2* керує виконавчим механізмом ВМ, який приводить в рух регулюючий орган – засувку на трубі холодного повітря. Виконавчий механізм виконаний в пилоблизконепроникному корпусі з конденсаторним асинхронним двигуном РД-09 і вбудованим редуктором. Вихідний вал повертається на кут 90° за 78-90 секунд. При підвищенні температури сушильного агента вище норми замикається контакт термометра *SK*, включається реле *KL1*, *KL2* і подається команда на закриття повітряної засувки і зменшення подачі повітря. Виконавчий механізм повільно прикриває засувку до тих пір, доки не розімкнеться контакт термометра *SK*. В цей момент подається керуюча команда на відкриття засувки, так досягається стабілізація температури сушильного агента. В крайніх положеннях відкриття засувки виконавчий механізм відключається кінцевими вимикачами. Для пуску електродвигуна застосовується конденсатор, який підключається в коло живлення між кінцевими вимикачами і обмотками. Живлення схеми здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В.

Стійкого положення у регулятора немає і він робить безперервні коливання засувки біля усталеного положення, яке відповідає необхідним витратам зовнішнього повітря. При цьому температура теплоносія також безперервно коливається в межах  $\pm 3$  °С біля усталеного значення. В схемі використовуються два показуючих вологоміра *1ПВ3*, *2ПВ3*. Один

вимірює вологість зерна, яке надходить на сушку, другий – вологість сухого зерна. Вологість контролюється за мікроамперметрами *PA1*, *PA2*.

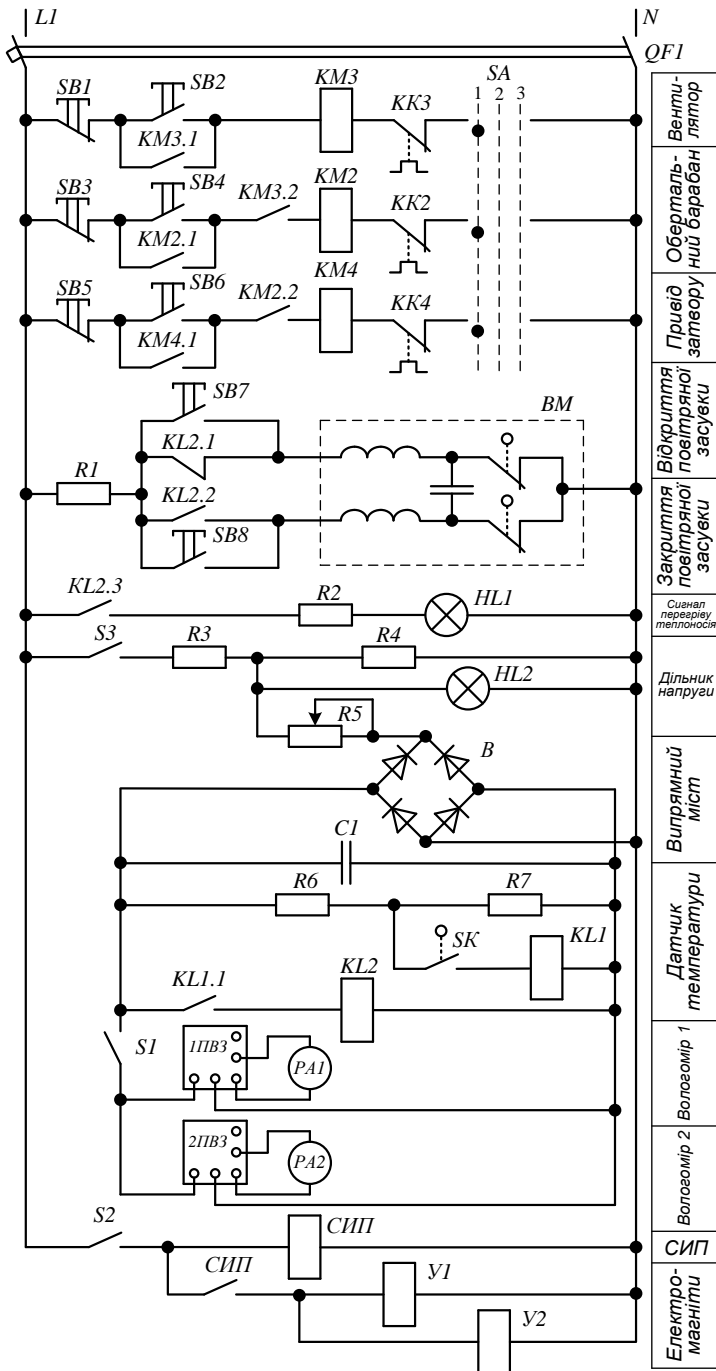


Рисунок 1 – Схема автоматизації барабанної зерносушарки

Усі вологоміри мають групу налагоджувальних опорів, за допомогою яких устанавлюється культура зерна, яке оброблюється і вводиться корективка в шкалу приладів. До приладу прикладається таблиця переводу показів приладу в проценти вологості зерна. Прилад має загальну шкалу на усі культури зерна – пшеницю, овес, ячмінь. Блок живлення – один на два вологоміри, загальний для них вимикач *S1*, яким він відключається при виводі з роботи.

Для забезпечення можливості контролю вологості зерна в декількох точках в комплект *ПВЗ* входить автоматичний пробовідбірник. В пробовідбірнику встановлений показуючий вологомір *ПВЗ*. Пробовідбірник встановлюють в зернопровіді в потоці зерна. Його конструкція забезпечує підтримання ємності, де встановлений датчик вологоміра, постійного рівня зерна. Надлишок зерна зсипається через борт камери в зернопровід. Електромагніт через систему важелів відкриває лоток, який підтримує в камері зерно і воно інтенсивно висипається. Після повернення лотка в початкове положення ємність камери заповнюється новою порцією зерна і вимірюється його вологість.

Порції зерна в пробовідбірнику міняються по командам імпульсного переривача *СІП*, який керує одразу двома електромагнітними приводами *У1*, *У2* пробовідбірника. Його контакти замикають коло електромагнітів тільки на невеликий час. Відключається пробовідбірник вимикачем *S2*.

**Висновок.** В цій схемі параметр вологості не регулюється, а тільки контролюється. Температура теплоносія безперервно коливається в межах  $\pm 3$  °C біля устанавленого значення.

#### Список використаних джерел

- 1 Краусп В.Р. Автоматизация послеуборочной обработки зерна / В.Р. Краусп. – М.: Машиностроение, 1973. – 277 с.
- 2 Гуляев Г.А. Автоматизация процессов послеуборочной обработки и хранения зерна / Г.А. Гуляев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 240 с.
- 3 Проблеми механізації, зберігання і переробки зерна (стан і перспективи) // Пропозиція. – 2000. - №8-9. – С. 86-88.

## БОРОТЬБА З ЕФЕКТОМ МІЛЛЕРА В СХЕМАХ КЕРУВАННЯ З MOSFET ТА IGBT ТРАНЗИСТОРАМИ

**Вдовін Б.В., 1С курс**

*Науковий керівник*

**Курашкін С.Ф., доц., к.т.н.**

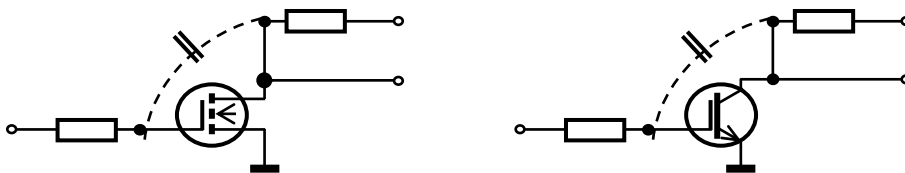
*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: vdovinbogdan0@gmail.com**

**e-mail: etem@tsatu.edu.ua**

*Розглянуті причини виникнення паразитних явищ, пов'язаних з ефектом Міллера у схемах з MOSFET і IGBT транзисторами та заходи щодо їх позбавлення.*

**Постановка проблеми.** Під час проектування електронних схем, в яких використовуються силові MOSFET і IGBT ключі для керування потужними електроприводами має місце їх помилкове відкриття, причиною чого є виникнення скрізного струму через наявність в його входному колі конструктивної паразитної ємності Міллера «затвор-стік» (рис. 1, а) або «затвор-колектор» (рис. 1, б).



Рисунк 1 – Транзисторний електронний ключ: а) MOSFET:

**Аналіз останніх досліджень.** Існує декілька методів рішення даної проблеми: розділення резисторів вмикання та вимикання у колі затвора, увімкнення конденсатора між затвором та емітером, використання від'ємної напруги запирання, та активне пригнічення за допомогою додаткового біполярного транзистора.

**Мета статті** – розглянути особливості методів боротьби з ефектом Міллера.

**Основні матеріали дослідження.** Розділення резисторів у колі затвора виконується включенням паралельно резистору  $R_3$  іншого резистора послідовно з діодом. Такий метод суттєво впливає на динамічні характеристики транзистора, тому потребує пошуку компромісу між надійністю та швидкістю спрацювання, отже оптимального рішення такий метод не передбачає. Додатковий конденсатор між затвором та емітером IGBT впливає на динамічні властивості транзистора, оскільки підвищується сумарний заряд затвора, необхідний для досягнення порогової напруги відпирання, що певною мірою послабляє ефект Міллера.

Додаткове введення джерела від'ємної напруги у коло затвора транзистора найчастіше застосовується в потужних схемах – таке рішення є найбільш простим та надійним, оскільки велика від'ємна напруга на затворі запобігає тому, щоб паразитний імпульс, наведений ємністю Міллера змістив напругу вмикання до порогового рівня. Однак застосування такого методу підвищує вартість пристрою, та втрати у колі керування. Схема активного пригнічення ефекту Міллера реалізується за допомогою додаткового біполярного  $p-n-p$  транзистора, замикаючого ланцюг затвор-емітер, при досягненні на ньому заданого значення.

**Висновок.** Метод активного пригнічення ефекту Міллера найбільш універсальний і придатний для застосування практично в любых імпульсних перетворювачах.

**Список використаних джерел.**

1. Болобин И.А. Эффект Миллера. Научно-практический журнал «Современная техника и технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://technology.snauka.ru/2017/03/12948>

2. Воронин П.А. Силовые полупроводниковые ключи. Семейства, характеристики, применение / П.А. Воронин. – М.: Издательский дом «Додэка XXI», 2005. – 384 с.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

**Олійник В.Ю., 1С курс ЕЕЕ**  
**Присяжнюк О.І, 1С курс ЕЕЕ**

*Науковий керівник*

**Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*etem@tsatu.edu.ua*

*etem@tsatu.edu.ua*

**Постановка проблеми.** П'єзоелектричні перетворювачі – це перетворювачі, принцип дії яких оснований на явищах прямого (електризація кристалів діелектриків під дією механічних напружень) та зворотного п'єзо ефектів (механічна деформація кристала під дією електричного поля).

Особливістю п'єзо ефекту є його знаковитливість, тобто зміна знаку заряду при заміні стискання розтягненням та зміна знаку деформації при зміні напрямку поля. До матеріалів, яким властивий п'єзо ефект, належать кварц, сегнетова сіль, а також п'єзокераміка: титанат барію та цирконат свинцю. Вхідною величиною для п'єзоелектричного перетворювача є механічна сила, а вихідною – ЕРС.

На рисунку 1 наведена схема п'єзоелектричного перетворювача [1].

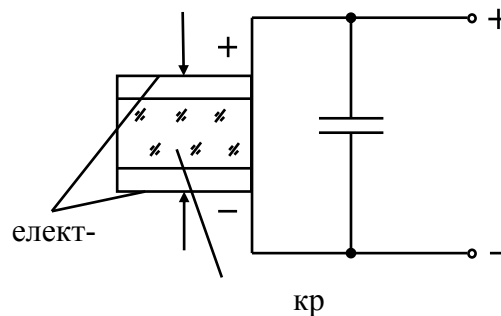


Рисунок 1 – Схема п'єзоелектричного перетворювача

Характеристика градування п'єзоелектричного перетворювача має вигляд

$$U = f(F) = \frac{d_{11}}{C} \cdot F, \quad (1)$$

де  $d_{11}$  – п'єзоелектричний модуль, який залежить від матеріалу та його стану.

Перевагами таких перетворювачів є малі габарити, висока надійність, простота конструкції, можливість вимірювати параметри, що швидко змінюються, а недоліками - значні похибки під час вимірювання сталої сили, оскільки заряд, що з'явився на гранях п'єзокристалу, може стікати через вхідний опір вторинного приладу, тому то п'єзоелектричні перетворювачі доцільно застосовувати для вимірювання змінної сили.

**Аналіз останніх досліджень.** За наведеною на рисунку 1 схемою стає доцільним розробити еквівалентну схему перетворювача, який з'єднаний кабелем з вимірювальним колом – рисунок 2. П'єзокристал разом з електродами утворюють конденсатор, ЕРС якого дорівнює

$$E = \frac{q}{C} = \frac{d_{11}}{C} \cdot F. \quad (2)$$

Згідно [1, 2] вихідна напруга перетворювача з підключеним до нього вимірювальним колом дорівнює



$$U = \frac{d_{11}}{C_{ex} + C_0} \cdot F. \quad (3)$$

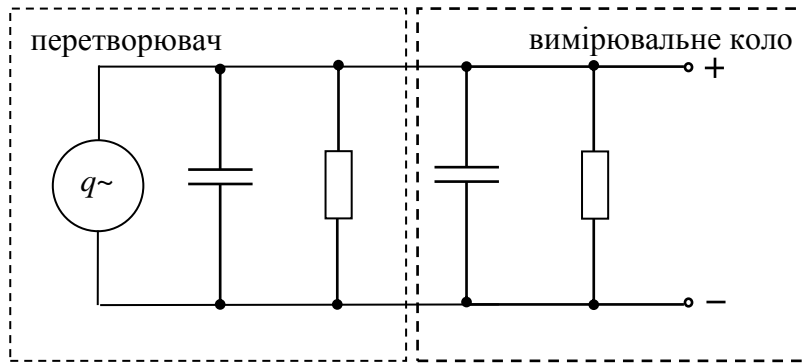


Рисунок 2 - Еквівалентна схема п'єзоелектричного перетворювача

**Мета статті.** Дослідження та аналіз енергетичних перетворень на прикладі п'єзоелектричного перетворювача для вимірювання прискорення вібрації.

**Основні матеріали дослідження.**

Електрична енергія вихідного сигналу п'єзоелектричного перетворювача отримується шляхом перетворення механічної енергії, яка надходить від об'єкту вимірювань.

Коло енергетичних перетворень можна представити у вигляді структурної схеми – рисунок 3.

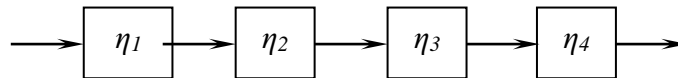


Рисунок 3 - Коло енергетичних перетворень п'єзоелектричного перетворювача

Коло енергетичних перетворень складається з: механічної коливальної потужності,  $P_{ex}$ , яка витрачається об'єктом вимірювання на коливання усього перетворювача; механічної коливальної потужності,  $P_{mex}$ , яка витрачається на деформацію пластин п'єзоелементу; електрична коливальна потужність,  $P_{ел}$ , яка розвивається п'єзоелементом лише на його власній ємності  $C_0$ ; коливальна (реактивна) потужність,  $P_c$ , на сумарній ємності після приєднання до перетворювача кола з ємністю  $C_{вх}$ ; активна потужність,  $P_R$ , яка виділяється перетворювачем на активному входному опорі  $R_{вх}$  вимірювального підсилювача.

Згідно [2, 3] ефективність перетворення п'єзоелектричного перетворювача за рисунком 3 визначається за виразом

$$\eta = \frac{P_R}{P_{ex}}, \quad (4)$$

$$P_{ex} = \frac{m_{\Sigma} \cdot v_m^2}{2} \cdot \frac{4}{T} = \frac{m_{\Sigma} \cdot v_m^2}{2\pi^2 \cdot f}, \quad (5)$$

$$P_R = \frac{U_{вух.м}^2}{2 \cdot R_{ex}} = \frac{d_{11}^2 \cdot m_0^2 \cdot a_m^2}{2 \cdot R_{ex} \cdot C_{\Sigma}^2}, \quad (6)$$

де  $m_{\Sigma}$  – маса перетворювача;  
 $v_m$  – амплітуда швидкості;  
 $T$  – період коливань;

$m_0$  - активна інерційна маса;

$C_\Sigma$  – сумарна вихідна ємність перетворювача, яка дорівнює сумі  $C_0$  та  $C_{ex}$ ;

$a_m$  - амплітуда прискорення;

$$\eta = \frac{d_{11}^2 \cdot m_0^2 \cdot \pi^2 \cdot f}{m_\Sigma \cdot R_{ex} \cdot C_\Sigma^2}. \quad (7)$$

Якщо враховувати, що похибка перетворення в області низьких частот позначається  $\gamma_{н.ч}$  та дорівнює  $1/(\omega^2 \cdot R_{ex}^2 \cdot C_\Sigma^2)$ , а в області верхніх частот похибка позначається як  $\gamma_{в.ч}$  та дорівнює,  $\approx \omega^2 / \omega_0^2$ , отже ефективність перетворення п'єзоелектричного перетворювача в кінцевому варіанті дорівнює

$$\eta = \frac{\pi}{\sqrt{2}} \cdot \gamma_{в.ч} \cdot \sqrt{\gamma_{н.ч}} \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot S_U^2 \cdot C_\Sigma}{m_\Sigma}, \quad (8)$$

де  $S_U$  – чутливість перетворювача за напругою.

Аналіз інформації літературного джерела [2] показав, що добуток  $\omega_0^2 \cdot S_U^2 \cdot C_\Sigma$  має назву повний об'єм можливостей п'єзоелектричного перетворювача та має розмірність маси.

**Висновок.** Проведені теоретичні дослідження показали, що показник ефективності п'єзоелектричного перетворювача є інваріантним до поточної кутової швидкості сигналу, що перетворюється, а значення показника ефективності перетворювача є оберненим до сумарної маси перетворювача.

#### Список використаних джерел.

1. Нестерчук Д.М. Методи і засоби вимірювань електричних та неелектричних величин: навчальний посібник / Д.М.Нестерчук, С.О.Квітка, С.В.Галько. – Мелітополь: Видавничо-поліграфічний центр «Люкс», 2017. - 206 с.

2. Электрические измерения неэлектрических величин / А.М. Турчин, П.В. Новицкий, Е.С. Левшина. – Л.: Энергия, 1975. – 576 с.

3. Янчич В.В. Пьезоэлектрические датчики вибрационного и ударного ускорения: Учеб.пособие. – Р.-на-Дону, 2008. – 77 с.

## ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Іванова Д. В., 3 курс

Науковий керівник

Діордієв В.Т., д.т.н., професор

Таврійський державний агротехнологічний університет

2matt@mail.ru

diovlatr@ukr.net

*Розглянуто основні види датчиків та функцій системи «розумний будинок».  
Наведено перелік датчиків для трикімнатної квартири.*

**Постановка проблеми.** Розумний будинок (англ. Smart House) - житловий будинок сучасного типу, організований для зручності проживання людей за допомогою високотехнологічних пристроїв [6]. Електронні побутові прилади в розумному будинку можуть бути об'єднані в домашню мережу з можливістю виходу в мережі загального користування.

**Аналіз останніх досліджень.** Система Розумний будинок передбачає використання великої кількості датчиків. Існують як багатофункціональні датчики, так і окремі пристрої, розраховані на виконання певної функції [1, 4, 6].

*Основні види датчиків в розумному будинку:* *В розумний будинок можна включити:*

- Датчики руху;
- Температурні датчики;
- Датчики задимлення;
- Датчики рівня освітленості;
- Датчики вологості;
- Датчики рівня газу;
- освітленням;
- безпекою;
- відеоспостереження;
- мікроклімат;
- догляд за садом;
- інші системи.

При виборі датчиків необхідно звертати увагу на їх підключення. Сьогодні є системи працюють через радіо канал. Пізніше виник стандарт Z- Wave, що дозволяє пов'язувати до 232 пристроїв в одну систему. Потім з'явився відкритий стандарт ZigBee, здатний «подружити» до 6500 датчиків і виконуючих пристроїв. Ще є бездротові датчики стандартів WiMo, Thread і працюють через Wi-Fi. Необхідно звертати увагу на виробника і на функції .

**Мета статті.** Огляд технічних засобів «розумного будинку» для трикімнатної квартири.

**Основні матеріали дослідження.** Обладнаємо трикімнатну квартиру (рис.1).

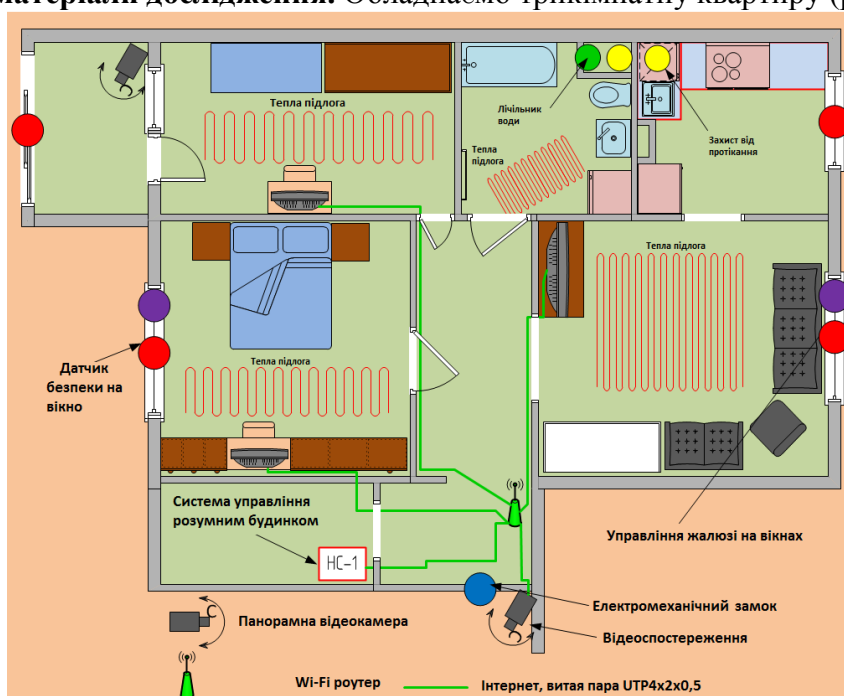


Рисунок 1 – План трикімнатної квартири.

**Датчик відкриття Everspring HSM02** призначений для фіксації положення вікон і дверей на предмет їх відкриття [1]. Сумісними з будь-якими контролерами **Z-Wave**, не вимагають дротового підключення, харчування здійснюється від батарейки. Коли ресурс джерела живлення вичерпується, світлодіодний індикатор на корпусі сигналізує про необхідність заміни. Дуже просто монтуються, і для заміни батарейки пристрій знімати не потрібно.

Вартість: 980грн.

**Датчик протікання Fibaro FGFS-101** вчасно сповістить, якщо трапиться витік води [2]. Встановлюється швидко і працює автономно від батарейки. Цей детектор водостійкий і не тоне в воді. Пристрій оснащений вбудованою звуковою системою. Датчик передає оповіщення на центральний контролер Z-Wave. Вартість: 1800 грн

**Мультисенсор Fibaro FGMS-001** – це всевидюче око будинку [3]. Цей датчик – найменший бездротовий детектор руху в світі. Цей пристрій має високу чутливість і пильність навіть в темряві. Даний датчик буде встановлений до всіх кімнатах будинку, для забезпечення більш детальної функціональності системи розумного будинку. Вартість: 1670 грн

**Motion protect plus бездротовий датчик руху з імунітетом до тварин ajax**

- аутентифікація для запобігання підміні;
- сповіщення про глушіння, шифрування зв'язку;
- тампер проти взлому;
- працює без заміни батареї до 5 років;
- не реагує на котів чи собак вагою до 20 кг та зросту до 50 см;

Принцип роботи: виявляє людину за різницю температур із фоновим тепловим випромінюванням. Мікрохвильовий сенсор унеможливорює відправлення хибних тривог, спричинених складними перешкодами. Готовий до роботи з коробки: батарея вже встановлена. Монтується за кілька хвилин завдяки кріпленню SmartBracket. Ціна: 1600 грн

**Датчик температури Z-Wave від Danfoss** застосовується в якості центрального датчика температури в рішеннях для нагріву або охолодження приміщення [4]. Вимірювана температура відображається на екрані, а дві кнопки дозволяють змінити задану температуру. Датчик температури Danfoss може бути використаний як автономний датчик температури або для контролю нагрівальних, охолоджувальних або вентиляційних пристроїв.

Встановимо в кожній кімнаті, де присутній елемент – тепла підлога. Вартість: 2900 грн

**Модуль управління розумним будинком ZipatoZipaTile [5].** ZipaTile з Z-Wave і ZigBee є повною системою управління будинком у вигляді окремого пристрою. Він може бути легко встановлений на будь-якій стіні, в будь-якому будинку. Завдяки великій кількості вбудованих датчиків (звуку, освітленості, вологості, температури, руху, вібрації) і апаратних модулів, ZipaTile замінить безліч домашніх пристроїв, таких як система безпеки, термостат, контролер автоматизації, IP-камера, сирена або інтерком, і зведе все це разом в одному розумному і зручному пристрої. Вартість: 12300 грн

**Бездротовий датчик диму MD-2100R** – поліпшеною міцності бездротовий датчик для визначення диму [6]. Працює на частоті 433 MHz. Вартість: 740 грн

**Висновок.** Для створення розумного будинку було витрачено – 20390 грн. До цієї суми треба додати ще затрати на допоміжні пристрої, які потрібні для встановлення цих елементів.

**Список використаних джерел:**

1. Everspring HSM02: <https://magazun.com/magnitno-kontaktliy-datchik-everspring-hsm02/>
2. Fibaro FGFS-101: <https://prom.ua/p304590683-datchik-protechki-fibaro.html>
3. Fibaro FGMS-001: <https://prom.ua/p36040093-detektor-dvizheniya-temperatury.html>
4. Датчик температури Z-Wave: <https://z-wave.com.ua/p122387371-datchik-temperature-wave.html>
5. Модуль управління розумним будинком ZipatoZipa: <https://www.zipato.com/ru/tovar/zipatile-zbee>
6. Умный дом и IoT: [https://www.moyo.ua/gadgets/umnij\\_dom\\_i\\_iot/](https://www.moyo.ua/gadgets/umnij_dom_i_iot/)

## МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НОРМУВАННЯ ШТУЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСІННЯ І РОСЛИН У ЗАХИЩЕ- НОМУ ҐРУНТІ

Щербінін О.Е., 23 СЕЕ  
Чернецький В.А., 23 СЕЕ  
Науковий керівник

shcherbinin19951@gmail.com  
chernetskiyvladiks@gmail.com

Попрядухін В.С., к.т.н.

vadim05051988@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

*У зв'язку з різким подорожчанням електричної енергії в роботі вирішується проблема наукового обґрунтування технічних рішень для інтенсифікації технологій електроопромінення в захищеному ґрунті, що сприяють збільшенню виходу продукції й зниженню енергетичних витрат.*

**Постановка проблеми.** В даний час у сільському господарстві використовується близько 85 млрд. кВт-г електричної енергії. З них приблизно 10...12 млрд. кВт-г витрачається на опромінення й освітлення. В умовах ринку спостерігається тенденція росту вартості електроенергії. Внаслідок цього підприємства АПК не можуть здобувати нову техніку, що сприяє введенню нових прогресивних технологій. Це приводить до того, що сільськогосподарські підприємства змушені використовувати існуючі застарілі електротехнології, які в цей час не в змозі забезпечити виробництво продуктів, здатних конкурувати з іноземними [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Беручи до уваги обставини, що на цілі опромінення в сільському господарстві витрачається істотна кількість електричної енергії, тобто навіть незначне поліпшення основних показників кожної опромінювальної установки приведе до значної економії в країні. Ученими в області електрифікації сільськогосподарського виробництва Л.Г. Щепую, И.Ф. Бородінін, Д.С. Стребковым, Н.Н. Протасовой, И.И. Свентицким, А.К. Лямцовым, Ю.М. Жилинским, В.М. Німаном, Г.С. Саричевим, А.А. Тихомировим, А.П. Приймаком, В.Н. Короповим, В.П. Шарупичем, С.А. Овчуковой, А.П. Коломийцем, Л.К. Алферовій, Н.Ф. Кожевниковій, В.А. Козинским, О.А. Косіциним, К. McCree, P. Mekkel, V. Singh, M. Fischer, J. Bonnet, P. Harris і іншими доведена ефективність застосування оптичного випромінювання для одержання додаткової рослинницької продукції.

**Мета статті.** Підвищення продуктивності рослин за рахунок вдосконалення технології електроопромінення рослин, котра забезпечує збільшення виходу сільськогосподарської продукції й зниження енерговитрат.

**Основні матеріали дослідження.** Для оцінки ефективності оптичного випромінювання доцільно використовувати ефективні величини. В даний час пропонується використовувати термін ексоргічне опромінення. Ексоргія - це міра, що показує потенційний рівень перетворення енергії оптичного випромінювання в енергію продуктів фотосинтезу.

Тому для підтвердження правильності прийнятого рішення (оцінювати енергію оптичного випромінювання за величиною ексоргії), нами була додатково проведена перевірка за формулою Мінковського:

$$\Phi_{\text{эф}} = \left[ \sum_{i=1}^N (\Phi_{\text{эф}_i})^n \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (1)$$

Зробивши розрахунок для трьох факторів  $n=3$  (фотосинтез, фотоморфогенез і фотоперіодизм), ми підтвердили правильність ухваленого рішення: по відношенню до фотосинтезу - оцінювати енергію оптичного випромінювання на рослини по ексоргії випромінювання. Розрахунок по варіантах можна проводити за рівнем інтегрального опромінення, необхідної для

здійснення цих процесів[2]. Наприклад, для фотосинтезу, максимальне значення опромінення становить 20...30 Вт/м<sup>2</sup>, для фотоморфогенезу - 3...5 Вт/м<sup>2</sup> і фотоперіодизму - 1...3 Вт/ м<sup>2</sup>.

З урахуванням моделей, запропонованих Г. С. Саричевим, Ешбі та ін. розроблена нелінійна модель енергозберігаючої системи електроопромінення рослин у захищеному ґрунті. Ця модель дозволяє теоретично обґрунтувати рівень найбільш ефективної (рекомендованої) опроміненості, що відповідає найменшим приведеним витратам (рис. 1).

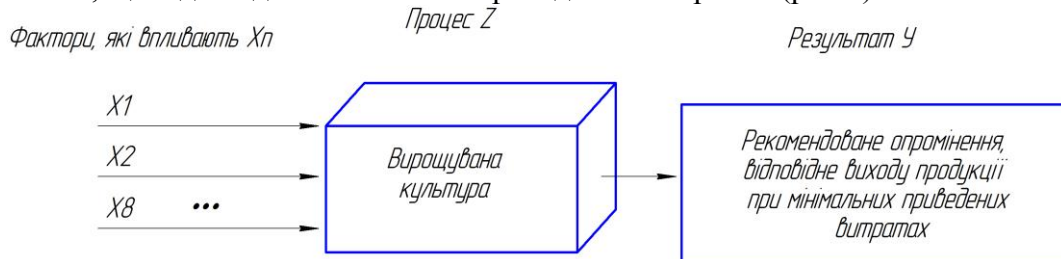


Рисунок 1. Структурно-функціональна схема впливу енергії оптичного випромінювання на біологічний об'єкт

Необхідна кількість опромінювачів залежить від коефіцієнта нерівномірності опромінення -  $Z$ , рівного відношення середньої опроміненості до мінімальної. За допомогою коефіцієнта  $Z$  доцільно знайти межі зміни опромінення, при яких можна буде отримати якісну розсаду[3]. Коефіцієнт  $Z$  визначають з урахуванням біометричних показників розвитку рослин, використовуючи для цього коефіцієнт варіації ( $V$ ), який враховує допустимі зміни біометричних показників рослин, вирощених в одних і тих же умовах[4]. При цьому з агрономічних вимогам  $V$  повинен бути не більше 5%. На рис. 2 показано зміна коефіцієнта варіації від опромінення.

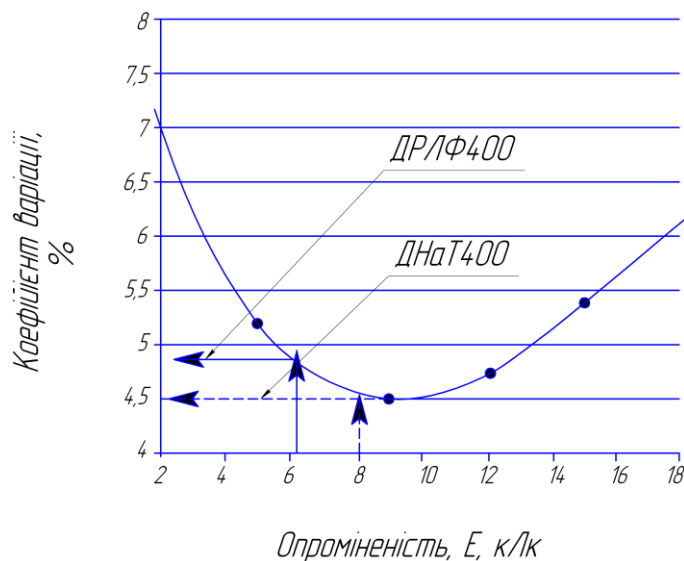


Рисунок 2. Зміна коефіцієнта варіації сирової маси

Із рис. 2 видно, що опромінення 6 кЛк відповідає коефіцієнту варіації що дорівнює 4,8%, а опромінення 8 кЛк - 4.6%.

Для середнього значення сирової маси розсади, рівного 5 г, за допомогою коефіцієнта варіації, рівного 4,8%, визначаємо найбільшу (5,4 г) і найменшу (4,7 г) масу рослин.

За кривою зміни сирової маси (рис.3) знаходимо відповідні їм опроміненості, тобто  $E_{\text{МАКС}} = 7,2$  кЛк,  $E_{\text{МИН}} = 5,5$  кЛк. Отже,  $Z = 1,2$ .

На графіку (рис. 4) показаний діапазон зміни рекомендованої опроміненості при  $Z = 1,2$  для ламп ДРЛФ400 (при  $E_{\text{РЕК}} = 6$  кЛк,  $E_{\text{МАКС}} = 7$  кЛк,  $E_{\text{МИН}} = 5$  кЛк), для ДНаТ400 (при  $E_{\text{РЕК}} = 8$  кЛк,  $E_{\text{МАКС}} = 9,4$  кЛк,  $E_{\text{МИН}} = 6,7$  кЛк)

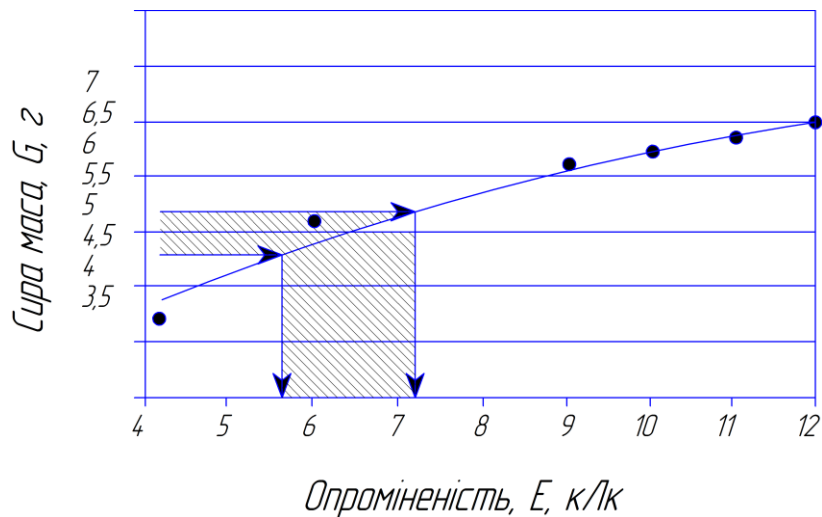


Рисунок 3. Визначення  $E_{\text{макс}}$  і  $E_{\text{мін}}$  по кривій зміни сирової маси

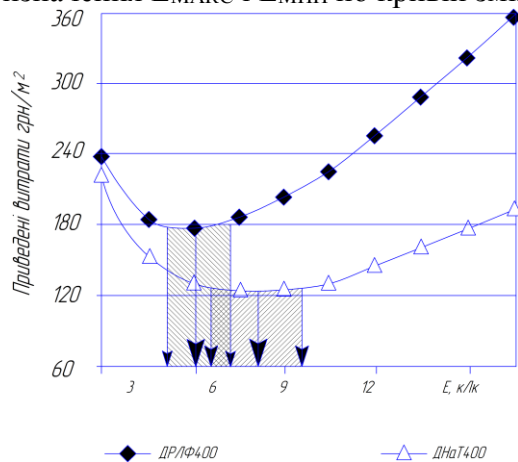


Рисунок 4. Діапазони зміни рекомендованої опромінення

Таким чином, запропонована математична модель по впливу опромінювальних установок з різним спектральним складом випромінювання на продуктивність культури огірка і зеленого корму. Ця модель дозволяє визначити рівень опромінення, відповідний мінімальним приведеними витратами з урахуванням виду рослин і спектру випромінювання лампи.

#### Висновок.

Розроблено методику обґрунтування величини показників нормування штучного опромінення (рівень опромінення, коефіцієнт нерівномірності опромінення, діапазон зміни рекомендованої опромінення), що дозволяє раціонально використовувати електричну енергію на цілі електроопромінення[5]. Методика враховує вид культури, якісний і кількісний склад випромінювання. Запропонована методика лягла в основу світлотехнічного розрахунку опромінювальних установок.

#### Список використаних джерел.

1. Агрпромиловий комплекс України: стан та перспектива (1990-2000 рр.) / Під ред. акад.УААН П.Т.Саблука. - К. : ІАЕ, 1999. - 335 с.
2. Овчукова С.А. Применение оптического излучения в сельскохозяйственном производстве : автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.20.02; 05.09.07 / Мос. гос. агроинжен. ун-т. - М., 2001. - 33 с.
3. Довідник сільського електрика / В.С. Олійник, В.М. Гайдук, В.Ф.Гончар [та ін.]; за ред. В.С. Олійника. – 3-вид., перераб. і доп. – К. : Урожай, 1989. – 246с.
- 4 Степанцов В.П. Светотехническое оборудование в сельскохозяйственном производстве / В.П. Степанцов. - М. : Урожай, 1987.-216с.
5. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение / В.А. Козинский. -М. : Агрпромиздат, 1991. - 115 с.

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПУСКУ ПРИВОДНИХ АСИНХРОННИХ  
ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПРИ ОБМЕЖЕННІ ШВИДКОСТІ ЗРОСТАННЯ  
ПРИКЛАДЕНОЇ НАПРУГИ**

Облещенко А.Д., студентка 31 ЕЕ

e-mail: anastasiyaobl333@gmail.com

Томілко Ю.С., студентка 22 ЕЕ

e-mail: yulia007tomilko@gmail.com

Науковий керівник

Квітка С.О., к.т.н., доцент

e-mail: sergei.kvitka1965@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена моделюванню процесу пуску приводних асинхронних електродвигунів при обмеженні швидкості зростання прикладеної напруги з метою покращення їх керованості.*

**Постановка проблеми.** Для робочих машин з важкими умовами пуску, для яких час перехідних процесів складає дуже велике значення, керування перехідними процесами під час пуску набуває особливого значення. Крім того, реалізація керованих режимів пуску пов'язана з незадовільною динамікою пуску електродвигунів – різкими і значними коливаннями моменту та швидкості в початковий момент процесу, що може призвести до пошкоджень робочих органів, передавальних пристроїв [1, 5].

Поява і швидкий розвиток сучасних технічних засобів керування, які реалізовані на силових напівпровідникових приладах, елементах мікроелектроніки, обумовлює зменшення відсотка некерованих електроприводів [5].

**Аналіз останніх досліджень.** Способи покращення енергетичних і динамічних показників електроприводу можна поділити за кількома напрямками: вдосконалення методики вибору потужності приводних двигунів для конкретних машин; збільшення економічності масового нерегульованого електроприводу – перехід на енергозберігаючі двигуни з меншими втратами; створення спеціальних додаткових технічних засобів, які забезпечують мінімізацію шкідливого впливу на енергетичні показники відхилення навантаження від номінальної; перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого [1, 2].

Найбільш ефективним способом покращення динамічних показників процесу пуску асинхронних електроприводів є реалізація керованих перехідних процесів [5].

**Мета статті.** Моделювання процесу пуску приводних асинхронних електродвигунів при обмеженні швидкості зростання прикладеної напруги з метою покращення їх керованості.

**Основні матеріали дослідження.** Для дослідження нормальних режимів асинхронних електроприводів часто використовується математична модель машини, при виводі рівнянь якої приймаються наступні припущення: магнітне коло машини не насичене; явища гістерезиса, вихрові струми і втрати в сталі відсутні; активні та реактивні опори ланцюгів незмінні; магнітна провідність по окружності повітряного зазору постійна і не залежить від положення ротора [1, 2].

Сталий режим перетворення електричної енергії в механічну характеризується постійністю значень електричної, магнітної і кінетичної енергій, які накопичуються відповідними системами електродвигуна. При будь-якому порушенні сталого режиму виникає електромеханічний перехідний процес, під час якого змінюються всі три види енергії. Електромагнітні перехідні процеси можуть проходити як при постійній, так і при змінній кутовій швидкості і відповідно кінетичній енергії. В загальному випадку будь-який перехідний режим асинхронного електроприводу, пов'язаний зі зміною кутової швидкості, є електромеханічним, який характеризується як електромагнітними, так і механічними процесами [1, 2].



Динамічні механічні характеристики відображають дійсний зв'язок між миттєвими значеннями моменту і швидкості в процесі переходу двигуна із одного врівноваженого стану в інший і дозволяють аналізувати вплив електромагнітних перехідних явищ.

Суттєвий вплив електромагнітних перехідних моментів на динамічні якості приводу визначає необхідність не тільки врахування їх дії при аналізі перехідних процесів, а й керування ними з метою формування необхідних динамічних характеристик.

Варіація багатьох змінних значно розширює можливості керування динамічними процесами і режимами асинхронних електроприводів. На підставі проведеного аналізу визначені існуючі способи керування електромагнітними процесами. Одним з таких способів є обмеження швидкості зростання прикладеної напруги.

Обмеження швидкості зростання прикладеної напруги призводить до зменшення перехідної складової струму намагнічування, що, в свою чергу, може привести до зменшення середнього пускового моменту двигуна. Тому межі змінення швидкості живлячої напруги повинні бути обмежені таким чином, щоб зниження знакозмінних перехідних моментів не призводило до зниження швидкодії приводу.

Найбільш зручне керування швидкістю змінення прикладеної напруги здійснюється за допомогою тиристорних комутаторів з керованим кутом  $\alpha_T$  включення тиристорів. Найбільш простіша форма реалізації фазового керування можлива при використанні тиристорних комутаторів, які використовуються як тиристорні пускачі.

Схемна реалізація блоків тиристорного комутатора може бути виконана на базі пристроїв плавного пуску з блоком формування сигналу керування (розрахунку швидкості зміни кута відкриття тиристорів) на базі стандартних напівпровідникових приладів.

Моделювання приводного асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором проводилось за допомогою програми MATLAB 6.12 пакету прикладних програм Simulink 5.0 [3, 4]. Результати моделювання асинхронного електродвигуна АИР160S4У2 потужністю 15 кВт при керуванні з обмеженням швидкості зростання напруги наведені на рисунку 1.

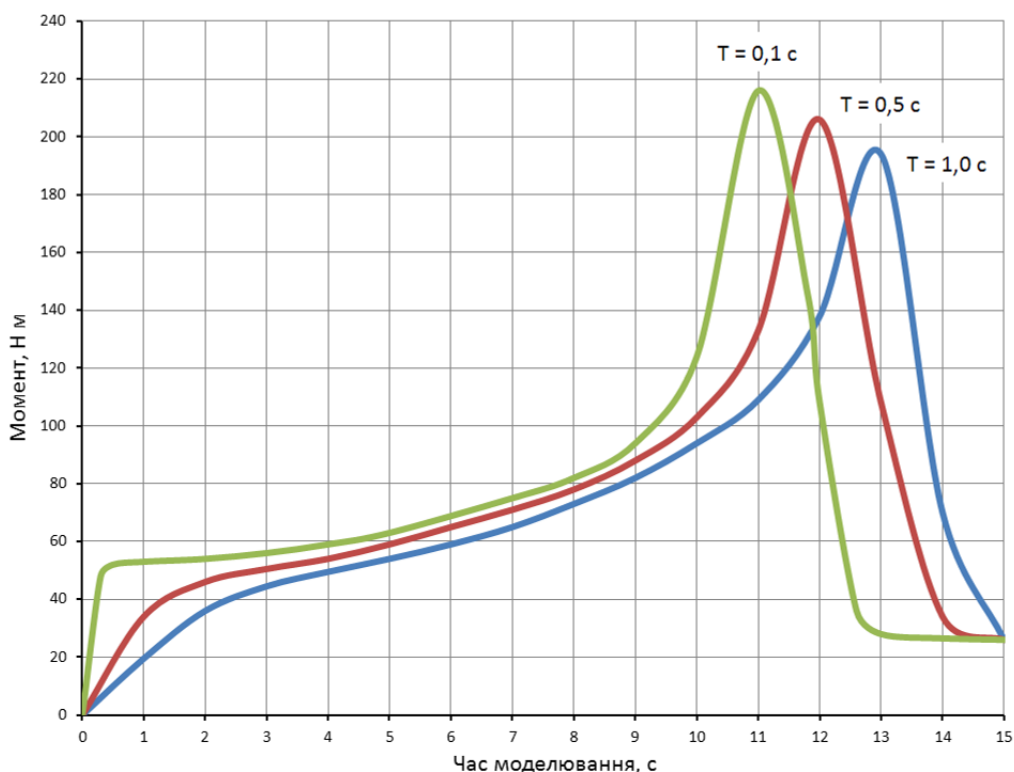


Рисунок 1 – Залежності моменту на валу при пуску асинхронного електродвигуна від часу моделювання

**Висновок.** Грунтуючись на результатах проведеного моделювання і аналізі динамічних показників при пуску асинхронного електроприводу можна зробити висновки: значне усунення знакозмінних моментів з великою амплітудою та коливань пускового струму досягається при обмеженні швидкості зростання напруги з постійною часу, яка змінюється в діапазоні  $0,1 \text{ с} < T < 0,5 \text{ с}$ , подальше збільшення постійної часу  $T$  призводить до незначних змін моментів в початковий період і до суттєвого збільшення часу розгону системи ЕД-РМ.

#### **Список використаних джерел**

1. Фираго Б.И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлишин. – Мн. : ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 527 с.
2. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин: учебник / И. П. Копылов. – М.: Высшая школа, 2001. – 327 с.
3. Черных И.В. Моделирование электрических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink / И.В. Черных. – М. : Питер : ДМК Пресс, 2008. – 288 с.
4. Дьяконов В. П. MATLAB 6/6.1/6.5 + Simulink 4/5 : Основы применения : Полное руководство пользователя / В.П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2002. – 768 с.
5. Моделювання енергетичних і динамічних показників асинхронних електроприводів сільськогосподарських машин / О.В. Шебуняев, С.О. Квітка // Матеріали III Міжнародної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2015 року «Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів». – Мелітополь : ТДАТУ, 2016. – Випуск III. – С. 183-185.

## ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СТАНКА ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ТОРОЇДАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Бобошко С.С., 1С курс

Кошель Є.М., 3 курс

Науковий керівник

Адамова С. В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет ім. Дмитра Моторного

e-mail: sergey.boboshko.98@gmail.com

e-mail: koshel1997egor@gmail.com

e-mail: adamova\_sv@ukr.net

*У статті розглянуті питання розподіленого кільцевого намотування тороїдальних трансформаторів на верстаті СНТ-1,0Р.*

**Постановка проблеми.** Постановка проблеми. Тороїдальні трансформатори в промисловості і лабораторних цілях набули широкого поширення, починаючи з 60-х років ХХ століття. Це було пов'язано з необхідністю зниження масогабаритних показників виробів і зменшення полів розсіювання в умовах високої щільності монтажу апаратури. Але при виготовленні таких трансформаторів є складність намотування дроту на замкнутий магнітопровід. Виробництво таких трансформаторів один з найбільш трудомістких процесів виготовлення електротехнічного обладнання, тому що зробити тороїдальний трансформатор, без спеціального намотувального обладнання, дотримуючись параметрів намотування дуже складно. Тому, пошук обладнання, яке забезпечить виготовлення таких трансформаторів з високою якістю, є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень.** Верстати для намотування на тороїдальні каркаси є досить спеціалізованим обладнанням. Оптимальна продуктивність досягається при узгодженні характеристик верстата з намотуваним виробом. У звичайному трансформаторі є мінімум дві обмотки з абсолютно різними характеристиками: первинна - тонкий провід, велика кількість витків і вторинна - товстий дріт, де невелика кількість витків [1]. При використанні універсальної бази і набору зйомних головок, як в верстатах TOP-2 і VC-STANDARD-PC, існують два великих мінуси. По-перше, це висока складність бази: забезпечення надійної зв'язки з різними головками, надлишкова складність конструкції намотують головки, необхідність стикуватися з універсальною базою. Складність конструкції призводить до високої вартості і малої надійності. По-друге, в кожен момент часу може виконуватися тільки одна операція, а також вихід з ладу бази зупиняє намотувальне виробництво. Тому, використання верстатів, в яких не буде таких недоліків, є актуальним.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання для тороїдального намотування окремих верстатів, виготовлених і налаштованих на виконання певної операції на прикладі верстата типу СНТ-1,0Р.

**Основні матеріали досліджень.** Основні матеріали дослідження. Верстат тороїдального намотування призначений для виготовлення тороїдальних (о-подібних) трансформаторів (імпульсних, вихідних, високовольтних). Намотувальний верстат настільний розподіленої кільцевого намотування на тороїдальні каркаси СНТ-1,0Р, загальний вигляд якого зображений на рисунку 1, призначений для виконання намотування на тороїдальні осердя одним або двома проводами діаметром від 0,2 до 1 мм, принцип дії якого полягає у наступному. Провід попередньо намотується на шпулю, введена в каркас котушки, що встановлюється на столі верстата і приводиться в обертальний рух за допомогою двох провідних і одного підтискного роликів. При повільному повороті каркаса обертається і шпуля, з якої провід змотується на каркас [1].

Верстат повинен бути налаштований так, щоб після укладання одного витка каркас вертався на величину кроку намотування. Шпуля верстата являє собою систему двох кілець, вставлених одне в інше. Кільця мають сектор, що виймається, за допомогою якого в шпулю

заводиться тороїдальний каркас. Обертання кілець шпулі проводиться від електродвигуна через ремінну передачу, шестерні і шестерню, укріплену по колу кілець шпулі. Каркас кріпиться в затискному пристрої за допомогою трьох пружинних роликів, які самоцентруються. Ролик має кінематичний зв'язок зі шпулею за допомогою передавального механізму, завдяки цьому за один оборот шпулі каркас повертається на кут, рівний кроку намотування.

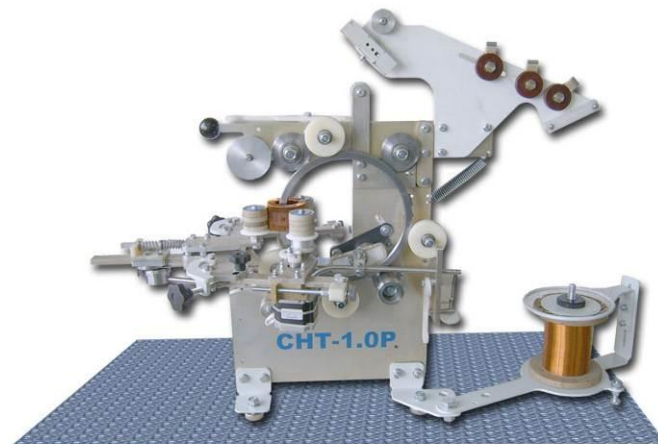


Рисунок 1 – Загальний вигляд верстата для тороїдального намотування СНТ-1,0Р

Кінематичний зв'язок здійснюється від шестерні через ексцентрик, кулісний механізм, черв'ячну пару. Перед початком роботи на шпулю верстата намотують певну кількість дроту, необхідне для виготовлення обмотки (провід подається з живильної котушки). Після цього кінець дроту закріплюють на каркасі, і верстат включають на робочий хід, під час якого дріт змотується зі шпулі і укладається на каркас. Натяг проводу, необхідний для щільного укладання витків і високої повторюваності в серії на тороїдальному осерді, забезпечується гальмівним пристроєм, який можна налаштувати під кожен типорозмір шпулі і кожен діаметр проводу [2].

У стандартну комплектацію входить привід обертання шестерні, намотувальна система «шестерня-шпуля» з опорними роликами, механізм затиску і обертання тороїдальної котушки, механізм натягу проводу, змотувальний пристрій БСУ-0.5 і блок управління БЛ1.50.00. з модулем додаткової пам'яті. Розмір шпулі залежить від розмірів тороїдального осердя і довжини проводу, яка необхідна для намотування. Привід обертання шестерні включає в себе асинхронний двигун з перетворювачем частоти, який дозволяє налаштувати більше 1000 параметрів режиму роботи двигуна намотування [3].

Еластичний ремінь приводу забезпечує малошумний режим роботи. Імпульсний режим намотування, коли 0,1 ... 0,9 кожного витка на котушці намотується з однієї швидкістю, а частина, що залишилася від витка - з іншого, забезпечує рівномірність навантаження на тор, збільшуючи продуктивність на 30%. Відмова від універсальності дозволив використовувати прості і надійні рішення, що піднімають продуктивність і якість намотування і знижують ціну.

**Висновок.** Проведений аналіз і розгляд верстату СНТ-1,0Р довів його доцільність у використанні для намотування тороїдальних трансформаторів і виявив переваги.

#### **Список використаних джерел.**

- 1.Оборудование для намотки трансформаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://motay.ru/stanok-toroidalnoj-namotki-tor-2.html>. – Название с экрана.
- 2.Технология намоточных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pereosnastka.ru/articles/tekhnologiya-namotchnykh-rabot>. – Название с экрана.
- 3.Описание конструкции станков для намотки на тороидальные каркасы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.namotka.ru/products/mechanizm\\_tor.php](http://www.namotka.ru/products/mechanizm_tor.php). – Название с экрана.

## РОЗРОБКА SCADA ПРОЕКТУ ПРОЦЕСУ ВТОРИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Бешко Є., 2С курс

e-mail:bebexa@mail.ru

Науковий керівник

Сілі І.І., к.т.н. ст. викладач

e-mail:ivan.sili@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Технологічний процес очищення зерна є невід'ємною частиною виробничого процесу при переробці готової продукції. Забезпечити необхідну якість кінцевого продукту можливо за рахунок підтримки заданих нормативних значень технологічних параметрів шляхом впровадження автоматизованих систем управління (АСУТП).*

**Постановка проблеми.** Сучасна АСУТП великого підприємства обов'язково включає в себе диспетчерський рівень, що складається з автоматизованих робочих місць (АРМ). Програмним забезпеченням АРМ є SCADA-система, яка дозволяє візуалізувати хід технологічного процесу, забезпечивши оператору можливість контролю основних технологічних параметрів та своєчасного втручання в управління процесом в разі аварійної або іншої непередбаченої ситуації.

**Аналіз останніх досліджень.** Однією з сучасних SCADA-систем є система TRACE MODE, яка представляє собою програмний комплекс, призначений для розробки, настройки і запуску в реальному часі систем управління технологічними процесами. За допомогою інструментальної системи здійснюється розробка проектів, що створюються в TRACE MODE. Її виконавчі модулі служать для запуску проектів в реальному часі.

**Мета статті.** Розробити для впровадження автоматизовану систему управління технологічного процесу очистки зерна на базі SCADA-системи TRACE MODE.

**Основні матеріали дослідження.** На диспетчерському рівні виділяються такі функції:

- отримання інформації про контрольовані технологічні параметри від контролерів нижніх рівнів і датчиків;
- обробка прийнятої інформації;
- тимчасова реєстрація значень технологічних параметрів;
- передача інформації про технологічні параметри в локальну мережу для АРМ адміністративного рівня;
- візуалізація ходу протікання технологічного процесу у вигляді мнемосхем і графіків;
- сигналізація про вихід технологічних параметрів за допустимі межі, а також роботи обладнання;
- оповіщення експлуатаційного і обслуговуючого персоналу про виявлені аварійні події;
- прийом команд оператора і передач їх контролерам нижніх рівнів;
- формування зведень та інших звітних документів на основі архівної інформації;
- ручне управління роботою технологічного устаткування.

У середовищі TRACE MODE були розроблені основні екранні форми технологічного процесу очистки зерна (Рисунок 1).

На екранній формі передбачений контроль наступних технологічних параметрів:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1. Температура зерна в бункері №1.          | 9. Рівень зерна в бункері №1.      |
| 2. Температура зерна в бункері №2.          | 10. Рівень зерна в бункері №1.     |
| 3. Температура зерна в бункері №3.          | 11. Рівень зерна в бункері №2.     |
| 4. Тиск повітря в сепараторі №1.            | 12. Рівень зерна в бункері №2.     |
| 5. Тиск повітря в обійку верхнього рівня.   | 13. Рівень зерна в бункері №3.     |
| 6. Витрата повітря в сепараторі №2.         | 14. Рівень зерна в бункері №3.     |
| 7. Витрата повітря в обійку нижнього рівня. | 15. Вологість зерна в зволожувачі. |
| 8. Витрата зерна на вагах.                  |                                    |

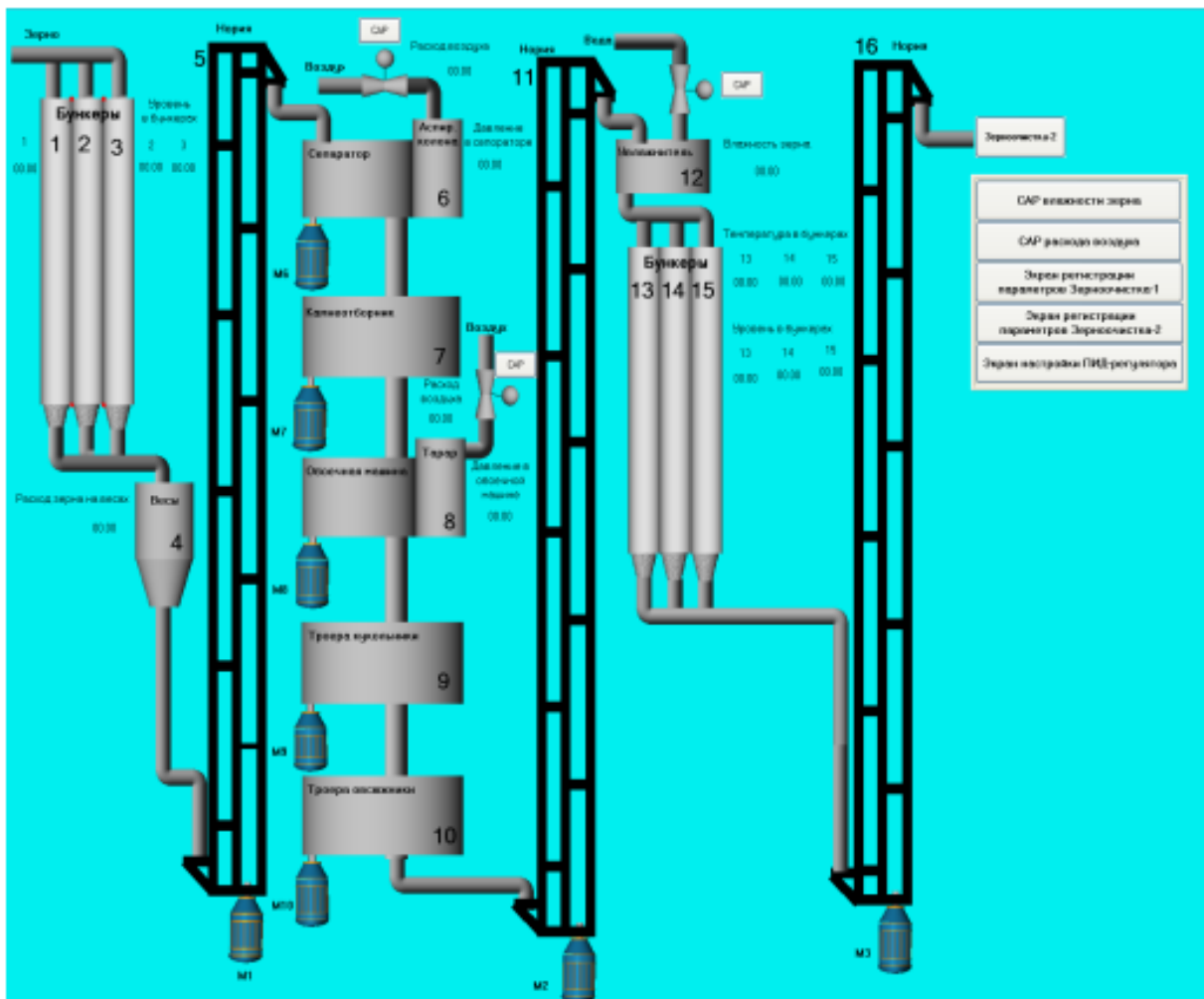


Рисунок 1 – Основна форма екрана технологічного процесу

Технологічний процес відповідно до розробленої екранної форми здійснюється наступним чином. Зерно, призначене для очистки, подається з елеватора в бункера 1, 2, 3 для неочищеного зерна. З бункерів зерно направляється на електронні ваги, які зважують зерно в потоці. Далі зерно норією подається на блок (сепаратор і аспіраційна колонка), для очищення зерна від домішок, що відрізняються по геометричним параметрам і аеродинамічним властивостям. Пройшовши сепаратор, зерно надходить на каменевідбійник для виділення із зернової маси мінеральних домішок. Далі зерно направляється на оббивальну машину, де відбувається суха очистка поверхні зерна. Потім зерно обробляється в двоярусному трієрі, де із зернової маси виділяється коротка та довга домішка. Пройшовши очищення в трієрах, зерно норією подається в демпінговий зволожувач, роботу якого контролює автоматична система контролю вологості зерна. На завершальному етапі зерно розподіляється по бункерах для зберігання.

**Висновок.** Розроблений SCADA-проект процесу очистки зерна, від якого залежить якість хлібної муки, забезпечує можливість контролю його основних технологічних параметрів та своєчасне оперативне управління в разі аварійної чи іншої ситуації, що підвищує надійність АСУТП в цілому.

#### Список використаних джерел.

1. Технология хранения и переработки продукции растениеводства (методические указания) - М.: АНО «Издательство МСХА», 2002.
2. Ефремова Е. Н. Хранение и переработка продукции растениеводства: учебное пособие / Е. Н. Ефремова, Е. А. Карпачева. – Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2015. – 148 с.

## РОЗУМНИЙ БУДИНОК

Біляєва А., 3 курс

Науковий керівник

e-mail: belyaevanastya02@gmail.com

Кашкар'ов А.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: anton.kashkarov@tsatu.edu.ua

*Розглянуті технічні засоби автоматизації для створення «розумного будинку». Придільена увага датчикам, концепції їх вибору та системі Multiroom.*

**Постановка проблеми.** Під терміном «розумний будинок» розуміється система автоматизації домашніх процесів. Її завдання – забезпечувати безпеку і комфорт користувачів, контролювати витрату ресурсів, повідомляти про поточну обстановку в житло [2, 3].

**Аналіз останніх досліджень.** Система "розумний будинок" в сучасний час набирає великої популярності [3]. Так як вона може значно поліпшити наше життя. Але не варто вважати, що ця система доступна тільки для власників великих побудов і т.д. Базовий функціонал системи «Розумний будинок» за вартістю можна порівняти з монтажем звичайного домофона [2]. І крім цього, вже встановлену систему можна розвивати і покращувати [2, 3].

**Мета статті.** Визначити склад технічних засобів автоматизації системи «розумний будинок» та проаналізувати їх сумісне використання.

**Основні матеріали дослідження.** У складі розумного будинку використовуються різні датчики. Вони класифікуються на типи та за призначенням. Необов'язково встановлювати кожний тип – можна обмежитися одним-двома, і пізніше додати інші прилади, якщо виникає необхідність. Огляд інтернет-ресурсів дозволив акцентувати увагу на [1, 4, 5, 6]:

- датчики диму (KERUI GS04, 400 грн)
- датчики витоку газу: Бастіон Б40ДГ (700грн), Sapsan GL-01 (570 грн).
- датчики газу з клапаном, що закривається: Sapsan GL-100 (1200 грн).
- система мікроклімату: GSM Полюс Термо (від 1500 грн); GSM-термометр Alonio T2 (4000 грн).
- датчики протікання води: базова комплектація моделі TH35 Аквасторож Експерт (\$300- \$310); базовий комплект Hidrolock КВАРТИРА 1 ULTIMATE BUGATTI ( \$ 260).
- датчики відкриття і закриття: герконовий датчик ( до 400грн), бездротовий датчик на основі GSM (3000грн)
- акустичний сповіщувач розбиття скла (300 грн).
- автоматичні штори і жалюзі: управління пультом, голосом, кнопкою).
- система освітлення: автоматичне керування світлом, зміна яскравості освітлення, створення світлових сцен.

Необов'язковими, але рекомендованими до використання є сенсори руху, присутності, витоку газу, вогкості, тиску води і протікання. Ці датчики реагують на такі події, як загоряння, заповнення кімнати природним та іншими типами газу, а також на затоплення. Важливість оперативного реагування в таких випадках неможливо переоцінити. Це відноситься і до протипожежним сенсорам, які попереджають про виникнення пожежі.

*Система Multiroom* – багатофункціональна технологія розподілу звукових і відеосигналів, яка дозволить вам слухати музику і насолоджуватися переглядом будь-яких телепередач в будь-якій з кімнат будинку (рис. 1). Вартість такої системи починається від 10000 грн.

Уся аудіо- і відео-техніка розташовується в одній точці будинку. Джерела мультимедіа підключаються до спеціального пристрою, який є комунікатором всіх зон, де планується виводити музику і відео-зображення (iPad, DVD, TV-тюнер та інші пристрої). Сигнали з Мультирум транслюються в усі кімнати, які підключені по спеціальних каналах. У кожній підключеній кімнаті надається доступ до центрального сховища всього відео та аудіо.

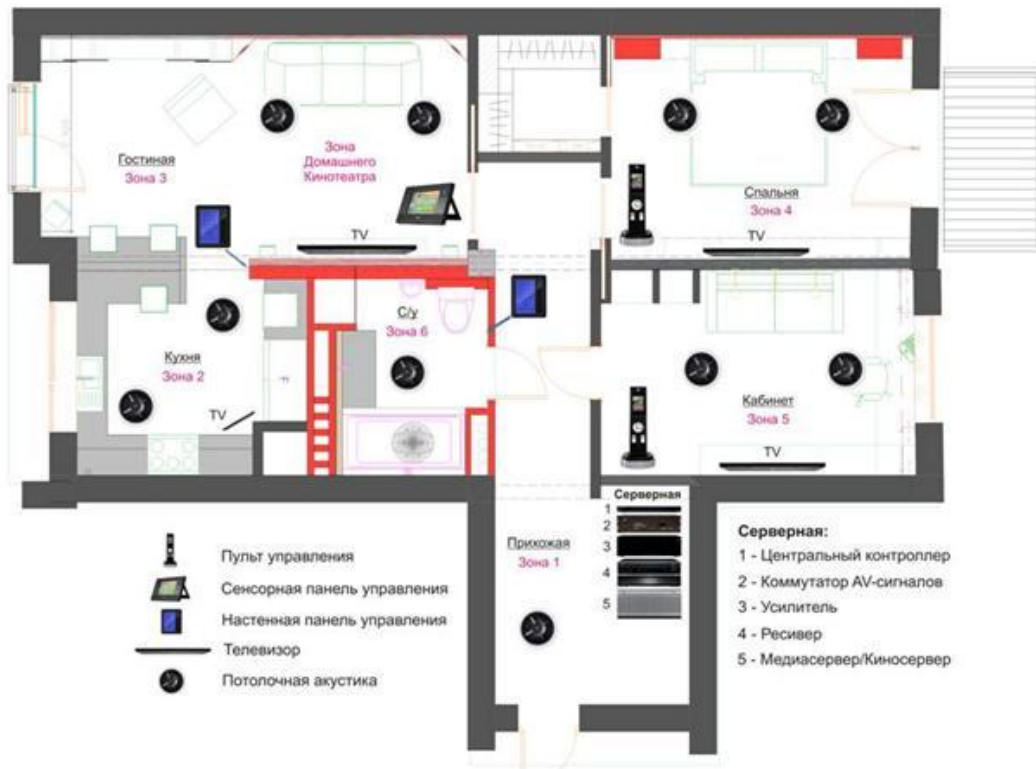


Рис. 1. План системи Multiroom.

Система Multiroom складається з: комутатор матричного типу, який здатний приймати і передавати сигнали; пульт для дистанційного керування; потужні акустичні підсилювачі; сенсорні настінні панелі управління.

Функції системи Multiroom: автоматизоване централізоване постачання звуком всіх кімнат з індивідуальним джерелом і рівнем гучності; постачання відеосигналом всіх кімнат; єдине сховище аудіо-та відео-даних на CD, DVD, HDD; функція оповіщення та аудіо-зв'язку всіх кімнат; звуковий супровід при переході з кімнати в кімнату; озвучування спецприміщень – лазня, сауна, сад, басейн і т. д.

**Висновок.** «Розумні будинки» все ще погано поширені : в США їх близько 20%, а в Україні значно менше. У майбутньому я б встановила у своєму будинку «розумну» систему. Так як вважаю, що така технологія допомагає звільнити час, зміцнити безпеку та комфорт будинку, вона спрощує контроль та управління всім. Також вважаємо, що така система дозволить знизити комунальні рахунки. Можна вже зараз почати з якихось певних систем, наприклад пожежної сигналізації та з часом поступово удосконалювати свій будинок. У своєму будинку я б з початку встановила системи пожежної сигналізації та безпеки і охорони.

#### Список використаних джерел

1. Магазин Prom.ua [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <https://prom.ua/ua/>
2. Система "Умный дом". Управление освещением [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <https://nastroike.com/tekhnika-i-instrumenty/372-sistema-umnyj-dom-upravlenie-osveshcheniem>
3. Умный дом [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <http://www.3acom.ru/umnyy-dom.html>
4. Бытовой газовый датчик утечки газа [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <https://220v.guru/elementy-elektriki/datchiki/bytovoy-gazovyy-datchik-utechki-gaza.html>
5. Магазин [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <https://bigl.ua>
6. Датчики движения [Електронний ресурс] /. — Електрон. журн. — Режим доступу: <https://www.elektrika.ua/>



## СИНХРОННИЙ ВИПРЯМЛЯЧ

Сідельников Б. Ю., 2 курс,

Науковий керівник

Курашкін С. Ф., к.т.н.

e-mail: etem@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведений порівняльний аналіз однофазних випрямлячів змінного струму з використанням випрямних діодів і MOSFET-транзисторів.

**Постановка проблеми.** Для живлення електронних схем застосовується напруга постійного струму. Її отримують шляхом випрямлення за допомогою силових діодів, на яких розсіюється значна теплова потужність, тому необхідно приділяти особливу увагу охолодженню діодів, які можуть вийти з ладу через тепловий пробій.

**Мета статті** – зменшення тепловиділення у вентильних випрямлячах змінного однофазного струму за допомогою їх модернізації на синхронні випрямлячі за допомогою заміни діодів на польові MOSFET-транзистори.

**Аналіз останніх досліджень.** Для перетворення напруги змінного струму в постійну застосовуються двоівперіодні мостові випрямлячі – рис.1,а. Якщо діоди випрямляча замінити MOSFET-транзисторами, можна отримати так званий синхронний випрямляч – рис. 1, б.

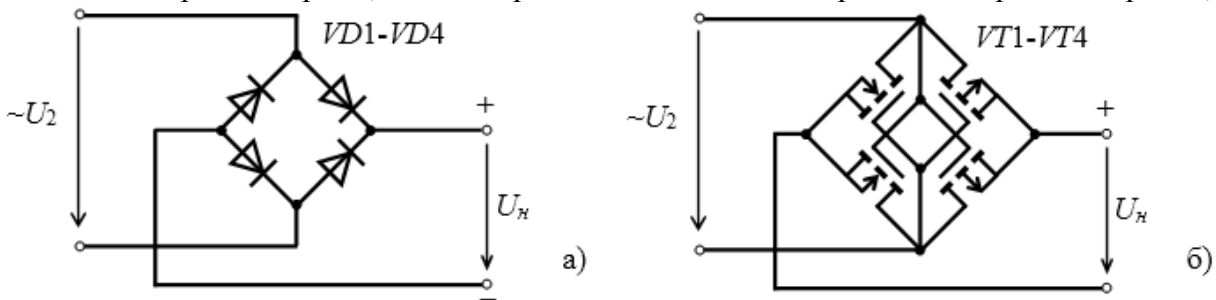


Рисунок 1 – Двоівперіодний однофазний мостовий випрямляч

**Основні матеріали дослідження.** Як правило, польові MOSFET-транзистори у відкритому стані мають низький опір каналу. Тому при значному струмі навантаження, розсіювана потужність каналу має незначну величину. Так, наприклад, транзистор IRFP4668PBF має опір каналу в відкритому стані  $R_{CB} = 9,7$  мОм [1]. При струмі  $I = 30$  А на транзисторах, які знаходяться у відкритому стані виділиться потужність

$$P_T = 2R_{CB} \cdot I^2;$$

$$P_T = 2 \cdot 9,7 \cdot 10^{-3} \cdot 30^2 = 17,5 \text{ Вт.}$$

В той час, як для діода 1N1396 із [2] по вхідній характеристиці при тому ж значенні струму, падіння напруги складає  $U_{PP} = 0,9$  В. Тобто потужність що розсіюється на діодах

$$P_D = 2U_{PP} \cdot I;$$

$$P = 2 \cdot 0,9 \cdot 30 = 54 \text{ Вт.}$$

**Висновок.** З розрахунків видно, що потужність, яка виділяється на MOSFET-транзисторах в рази менше за потужність, яка розсіюється на діодах, а це значно підвищує ККД випрямляча та спрощує його охолодження.

**Список використаних джерел.**

1. Транзистор IRFP4668PBF [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.chipdip.ru/product/irfp4668pbf>
2. 1N1396 Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/1/N/1/3/1N1396.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/1/N/1/3/1N1396.shtml)

## СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»

Струков В., 3 курс

Науковий керівник

Сабо А. Г. к.т.н., доцент

vadymstrukov98@gmail.com

andriy.sabo@gmail.com

*Розглянути сучасну концепцію розумного будинку та вимоги до неї, також основні функції центрального процесора та інтерфейси управління підпорядкованими пристроями*

**Постановка проблеми.** Розумний Дім - це система інтелектуальної автоматики для управління інженерними системами сучасної будівлі [1]. Будь-якій людині в будинку, в квартирі або в офісі важливо відчувати себе комфортно і в безпеці. Саме ці два завдання плюс естетика зовнішнього вигляду пристроїв - і є основні цільові установки, на які орієнтовані системи «Розумний Дім» [4]. Інтелектуальна автоматика управляє всіма інженерними системами в будинку, дозволяє людині централізовано встановлювати комфортні для себе - температуру, вологість, освітленість в кімнатах, зонах, і забезпечує безпеку.

**Аналіз останніх досліджень.** Система Розумний Дім включає в себе наступні об'єкти автоматизації: управління освітленням; управління електроприводами; клімат контроль; управління системою вентиляції [3].

Централізоване управління системами: домашнього кінотеатру; мультірум; системи відеоспостереження; ОПС (охоронно-пожежна сигналізація); СКД (системи контролю доступу); контроль навантажень і аварійних станів; управління інженерним обладнанням з сенсорних панелей; сервер управління [1, 3].

Система Розумний Дім забезпечує механізм централізованого контролю та інтелектуального управління в житлових, офісних або громадських приміщеннях. З інсталяцією подібної системи вдома чи на роботі кожен користувач отримує можливість:

**Мета статті.** Розглянути сучасну концепцію інтелектуальної автоматизації Розумного будинку та вимоги до неї.

**Основні матеріали дослідження.** Система РД дозволяє отримувати доступ до інформації про стан всіх систем життєзабезпечення будинку (перебуваючи всередині нього або віддалено). Загальна схема системи управління виглядає наступним чином [1]:

- центральний процесор управління / головний блок управління
- датчики (температури, освітленості, задимленості, руху та ін)
- керуючі пристрої (димери, реле, ІЧ-емітери та ін)
- інтерфейси управління (кнопкові вимикачі, пульти ІК і радіопульт, сенсорні панелі, web / wap інтерфейс)
- власна мережа управління, що об'єднує вищевказані елементи
- керовані пристрої (світильники, кондиціонери, компоненти домашнього кінотеатру ін)
- допоміжні мережі (Ethernet, телефонна мережа, дистрибуція аудіо і відеосигналу)
- програмне забезпечення проекту

Основна функція центрального процесора - управління підпорядкованими йому пристроями з використанням наступних інтерфейсів: Ethernet, RS - 232, RS - 485, IR, аналогових і цифрових входів / виходів та ін. [3] Також центральний процесор управління містить багато-задачного операційну систему, інструментальні засоби програмування і в деяких випадках Web сервер. Датчики розташовуються в певних місцях квартири, які безпосередньо або через проміжні пристрої зв'язані єдиною мережею. Інтерфейси управління здійснюють загальне управління системами РД [4].

Загальний алгоритм роботи системи РД полягає у наступному: з власної мережі управління інформація від датчиків або інтерфейсів надходить до центрального процесора управління; програмне забезпечення центрального процесора обробляє отриману інформацію і ге-

нерує команди для керуючих пристроїв; команди надходять як з власної мережі, так і по допоміжній. Способи генерації команд, форма і склад відображуваної інформації про стан систем закладається на етапі розробки програмного забезпечення з урахуванням вимог проекту.

Головною концепцією системи управління системою РД є зручність і легкість управління усім різноманітним обладнанням та систем, об'єднаних Розумним домом в єдиний організм, є одним з головних достоїнств системи. Для спілкування з системою і управління нею, використовується все різноманіття коштів від традиційних кнопкових вимикачів різного дизайну до сенсорних відео панелей. Причому вимикачі та пульти управління не пов'язані з конкретним світильником, телевізором, кондиціонером [1].

Кнопкова панель, оснащена мікроконтролером, і підключена до системи Розумний Дім, здатна управляти не тільки освітленням в даному приміщенні, а й в усьому домі, а також, наприклад, кліматом або гучністю звучання музики. Функціональність кожної кнопки задається програмно і може бути змінена за бажанням господаря.

Сенсорні панелі є багатофункціональним інтерактивним органом управління системою та контролю над станом вашого будинку або офісу [2].

Відео панелі можуть бути стаціонарними або переносними, різного розміру і дизайну.

Управляти системою можна за допомогою персонального комп'ютера або ноутбука, підключеного до системи РД через локальну мережу або через мережу Інтернет [2].

Бурхливо розвиваються технології дистанційного доступу через мережі Інтернет або мобільні системи дозволяють контролювати і управляти процесами, що відбуваються в будинку, перебуваючи далеко від нього.

При роботі системи Розумний Дім господар може оперативно змінити параметри роботи всіх пристроїв за допомогою будь-якого пульта управління.

Встановіть режим «Ніч», і Система відключить основне освітлення в місцях загального користування, включить нічну підсвітку, відключить або переведе в економний режим роботи невикористовуваних споживачів електроенергії (телевізори, теплі підлоги, кондиționери), включить режим охорони периметра квартири або будинку. Тим самим забезпечується економний і безпечний режим роботи обладнання. Про аварійні ситуації система сповістить господаря через вбудовані акустичні системи.

У режимі «Нікого немає вдома» всі пристрої і підсистеми будуть переведені в найбільш безпечний і енергозберігаючий режим функціонування, при якому відключені всі споживачі електроенергії, окрім чергових пристроїв (холодильник, телефон, охоронна система) і природно самої системи. У цьому режимі Розумний Дім здійснює контроль стану інженерних комунікацій і систем, відстежує спроби несанкціонованого доступу в приміщення або на територію. Виробляється імітація присутності людей - включення і виключення світла у вечірній час в різних приміщеннях, відповідно до звичайного ритму, відкриття та закриття жалюзі, включення музики. Про аварійні та надзвичайні ситуації Розумний Дім сповістить господаря за допомогою телефонного дзвінка або SMS-повідомлення, а якщо йому буде доручено, дозвониться до спеціальних служб (міліція, пожежна частина) [2].

**Висновок.** Проектування розумного будинку – задача споріднена із проектуванням сучасних систем керування технологічними процесами, але виконується з акцентом на функціональності та дизайнерських рішеннях технічних засобів автоматизації.

#### **Список використаних джерел**

1. Гололобов В. Н.. «Розумний будинок» своїми руками./Гололобов В. Н.- М.: НТ Пресс, 2007. - 416 с.
2. Інтернет магазин CHIME. Режим доступа- <https://chime.com.ua>
3. Сопер М. Е.. Практичні поради та рішення щодо створення «Розумного будинку» / Сопер М. Е. - М.: НТ Пресс, 2007. - 432 с.
4. Харке В. Н. «Розумний будинок. Об'єднання в мережу побутової техніки та систем комунікацій у житловому будівництві »/ Харке В.Н.- М.: Техносфера, 2006. - 292с.

**СЕКЦІЯ 4.  
ПРОЦЕСИ, МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ В АПК**

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМИ СВИНАРНИКІВ

Компанієць Д.О., факультет МТ, гр. 15 МБ АІ

Науковий керівник

Болтянська Н.І., к.т.н., доц. кафедри ТСТТ

e-mail: [nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua](mailto:nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

*Анотація - у статті досліджено види опалювальних систем для свиноферм та наведено не-  
доліки і переваги систем з використанням відкритих джерел енергії при спалюванні газу або  
іншого палива*

*Ключові слова - свинарник, мікроклімат, система опалення, система вентиляції,  
переваги і недоліки.*

**Постановка проблеми.** Свинокомплекси оснащені складними технологічними системами підготовки і роздавання кормів, автоматичної вентиляції і контролю клімату. На невеликих площах знаходяться тисячі тварин. Оскільки в природі присутня природна рівновага, за поліпшення продуктивності заплачено свою ціну. Селекційні роботи підвищили виробничі показники багатоплідності, але одночасно, значно знизили стійкість тварин до зовнішніх несприятливих чинників. Для досягнення високої ефективності утримання свиней необхідно забезпечити їм оптимальні кліматичні умови. Однією з важливих складових є підтримка тепло-вологісних параметрів повітря в свинарнику [1-3].

**Аналіз останніх досліджень.** В окремих роботах зазначається, що підтримання середньої температури в маточнику на рівні 15,4°C, зниження відносної вологості повітря приводить до збільшення в сироватці крові поросят гамма-глобулінів і показників бактерицидної активності. При утриманні поросят при температурі 8...13°C відбувається зниження їх живої маси до відлучення, збільшується частота захворювань, знижується бактерицидна, комплементарна і лізоцимна активність. Негативно на фізіологічний стан впливає й висока температура та відносна вологість повітря. Проте незначні добові коливання температури (при оптимальних значеннях інших кліматичних параметрів) не впливають на здоров'я поросят та їх стрес-реактивність [2].

**Формулювання цілей статті.** Дослідити види опалювальних систем для свиноферми та визначити недоліки і переваги систем з використанням відкритих джерел енергії при спалюванні газу або іншого палива.

**Основна частина.** Для опалення приміщень на свинофермах для дорощування поросят на світовому ринку пропонується цілий ряд різних опалювальних систем. Хоча в даний час обігрів свинарників часто організовують за рахунок прямого спалювання газу або рідкого палива, загальний розділ всіх систем опалення можна охарактеризувати двома типами.

До першого з них відносяться системи опалення, джерело вивільнення енергії в яких знаходиться безпосередньо в приміщенні, яке повинно обігріватися. До них якраз і відносять системи, що працюють на газі або іншому паливі, завдяки яким виділення теплової енергії відбувається в верстатах з поросятами. До другого типу відносять системи з розміщенням джерела енергії поза зоною утримання свиней. В такому випадку переносником енергії зазвичай виступає вода, яка доносить тепло по системним елементам до місця розміщення тварин. Порівнюючи це дві великі групи систем опалення необхідно згадати про їх вагомні переваги і недоліки. Так, ключовим недоліком систем з використанням відкритих джерел енергії при спалюванні газу або іншого палива є виділення в повітря в приміщення побічних продуктів згоряння. У разі використання газу це буде вуглекислий газ і пара, а при застосування масла до газів ще додається кіптява. Зрозуміло, що для збереження здоров'я тварин ці гази повинні якомога швидше видалятися з приміщення, що означає посилення інтенсивності ве-

нтиляції з відповідним зниженням ефективності опалення, в результаті того, що частина підігрітого повітря відразу ж йде в вентиляцію і втрачається.

Ці аспекти явно вказують на великі переваги у систем другого типу з використанням водяного носія тепла. Завдяки їм в приміщенні, де утримуються свині, не утворюється додаткових шкідливих газів і тому воно не потребує складних пристроїв регулювання мікроклімату. Але застосування обладнання, з перекачування води, вимагає від господарства великих витрат на монтаж і регулювання установки, більшої уваги до рівномірного розподілу тепла з дотриманням відповідних умов облаштування опалювальної системи, а також виділення окремої кімнати, в якій буде проходити теплообмін між основним джерелом енергії з опалювального обладнання і водою. До того ж, по системам другого типу на відміну від першого тепло проходить по водяній системі трубок набагато довший шлях, через що його втрати при транспортуванні можуть значно збільшуватися. Це пояснює складність впровадження таких систем у великих за площею свинофермах [4, 5].

Вагомим фактором при виборі відповідної опалювальної системи для свинарника виступає вид палива, що застосовується. Слід зазначити, що при необхідності розширення тваринницьких приміщень найбільшій можливості зі збільшення зони охоплення системою опалення надає використання масла, яке може підніматися в нове приміщення на відстані до 30 м. Якщо ж віддаленість є більшою, все ж необхідно буде побудувати додаткову систему опалення, яка, в свою чергу, потребує додаткового приміщення, що відповідає всім параметрам пожежостійкості з гарною вентиляцією для зберігання палива. У порівнянні з цим використання будь-яких газових носіїв виключає необхідність в установках їх в окремих кімнатах. При цьому компактні газові опалювальні прилади можуть легко встановлюватися в центральних проходах. Інфрачервоні газові випромінювачі досить довгий період вважалися основним обладнанням для підігріву в секціях дорощування. Це пояснюється їх помірною ціною і легкістю установки і переустановки при необхідності. До того ж, що дуже важливо для молодих порослят, вони не утворюють протягів, які могли б вплинути на здоров'я тварин

*Висновок.* Не завжди найдешевший варіант зможе виправдовувати повністю очікування від досить значного капіталовкладення. Ще складніше буде виглядати ситуація з теплосистемами, які вимагають значних фінансових витрат і перебудов в самому свинарнику. Невідповідність їх вимогам господарства або невиконання поставлених функцій при неправильному розрахунку потреби в обігріві або невикористано високою вартістю експлуатації, практично не дозволять щось суттєво змінити. Таким чином, комплексний підхід до потреб свиноферми з об'єктивною оцінкою його можливостей допоможе прийняти правильне рішення, а аналіз недоліків різних систем - не допустити виникнення побічних ускладнень в процесі використання дорогого обладнання.

#### Література

1. *Болтянская Н.И.* Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции / *Н.И. Болтянская* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa, 2012.–Vol.14. No3, b. – P.164-175.
2. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр, Н.И. Болтянская*. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.
3. *Болтянская Н. И.* Залежність конкурентоспроможності галузі свинарства від технологічних параметрів продуктивності тварин / *Н.И. Болтянская* // Вісник Харківського національного університету с. г. ім. П. Василенка: наукове фахове видання. – Харків. 2017. - Вип. 18. – С. 81-89
4. *Болтянская Н. И.* Створення оптимальних параметрів мікроклімату в умовах зростаючого дефіциту енергоносіїв в галузі свинарства / *Н.И. Болтянская* // Науковий вісник НУБіП. – Київ НУБіП, 2016. – № 254.-С. 284-296.
5. *Болтянская Н.И.* Впровадження інфрачервоного опалення, як спосіб рішення проблеми ефективного обігріву на свинарських фермах / *Н.И. Болтянская, О.В. Болтянский* // Праці ТДАТУ.- Мелітополь, 2013. – Вип. 13. Т.6.-С. 166-171.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК

Мендель М.Є., факультет МТ, гр. 11 МБАІ

Науковий керівник

Болтянська Н.І., к.т.н., доц. кафедри ТСТТ

e-mail: [nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua](mailto:nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

*Анотація* - у статті досліджено надійність молоткових дробарок, зокрема довговічність та безвідмовність підсистем молоткових дробарок в процесі їх експлуатації.

*Ключові слова* - надійність, експлуатація, дробарка, відмова, ймовірність безвідмовної роботи

**Постановка проблеми.** Подрібнення зерна - одна з найважливіших операцій в кормоприготуванні. Для подрібнення існує багато конструкцій кормодробарок, найпоширенішими серед яких є молоткові. На сьогодні парк цих машин, що знаходяться в експлуатації складає біля 20 тисяч штук. Суттєвим недоліком кормодробарок є недостатня їх надійність, яка обумовлена, насамперед, низькою безвідмовністю механізмів, різницею в наробітках на відмови окремих вузлів і деталей.

Проблема забезпечення необхідної надійності пов'язана з особливостями і складністю конструкцій дробарок, а також умовами їх експлуатації: високими швидкостями подрібнення зерна, наявністю вібрації, впливом абразивного середовища, тощо [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Питаннями надійності основних робочих органів дробарок, шляхом удосконалення конструкцій машин, їх вузлів і деталей займалися такі видатні вчені, як Фабрикант М.Б., Мельников С.В., Ялпачик Г.С., Золотарьов С.В., Бойко А.І., Пилипенко О.М., Сідашенко О.І., Новицький А.В. та інші [1-3].

У процесі експлуатації дробарок інтенсивно спрацьовуються: ротор із молотками, підшипники, сита і деки, шнеки. Досвід експлуатації дробарок свідчить, що найбільше нарікань буває на подрібнювальний ротор із молотками, які спрацьовуються швидше, ніж інші деталі. Встановлено, що основними дефектами вала ротора є спрацювання посадочних місць під підшипники і напівмуфту, а також спрацювання шпоночної канавки [1-3].

**Формулювання цілей статті.** Дослідити надійність кормодробарок. Визначити найменш надійну підсистему кормодробарок та розподілення відмов по підсистемах молоткових дробарок.

**Основна частина.** З позиції надійності, спрощена загальна структурна схеми кормодробарки може бути представлена у вигляді послідовно з'єднаних наступних типових складових підсистем: завантажувального шнека, зернового бункера, подрібнювальної камери, роздільної камери, шнека роздільної камери, вивантажувального шнека. Таке представлення правомірне, виходячи з того, що відмова будь-якої з підсистем, призводить до відмови машини в цілому.

У процесі експлуатації, кормодробарка може знаходитись в різних станах, обумовлених можливістю її роботи або необхідністю технічного обслуговування та ремонту. З точки зору надійності, найбільший інтерес представляє перехід машини із роботоздатного стану в нероботоздатний і навпаки. Час знаходження об'єкта дослідження в роботоздатному стані і час відновлення після відмови носять випадковий характер [4].

Для оцінки надійності кормодробарок прийняті одиничні показники довговічності, безвідмовності, ремонтпридатності та комплексний показник - коефіцієнт готовності.

Найбільш суттєвими для кормодробарок є показники безвідмовності, оскільки під час приготування кормів необхідно забезпечити роботоздатність машини на протязі певного інтервалу часу без перебоїв у годівлі тварин. Практика свідчить, що тільки через порушення

режиму годівлі та поїння відзначається зниження продуктивності дійних корів приблизно на 15%.

Крім цього, важливо мати характеристики ремонтпридатності, так як роботи по підтриманню роботоздатного стану машини бажано проводити в стислі строки, в періоди між змінами по приготуванню кормів.

Ймовірність безвідмовної роботи кормодробарки визначається шляхом дослідження переходів в різні можливі стани.

На основі рівнянь Колмогорова, ймовірності переходів підсистем дробарки і її, як складної системи в цілому, у різні стани можна записати у вигляді системи диференціальних рівнянь [9]:

$$\begin{cases} \frac{dP_0(t)}{dt} = -aP_0(t) + \mu_i P_i(t); \\ \frac{dP_i(t)}{dt} = \omega_i P_0(t) - (\mu_i + a_i) P_i(t), \end{cases} \quad (1)$$

де  $P_0$  – ймовірність безвідмовної роботи кормодробарки;

$P_i$  – ймовірність відмови, будь якої з і-їх підсистем;

$\omega_i$  – параметр потоку відмов і-ої підсистеми;

$\mu_i$  – параметр потоку відновлень і-ої підсистеми;

$a_i$  – параметр перетворень потоків відмов і-ої підсистеми.

Практичний інтерес для аналізу працездатності дробарки з позиції надійності в період тривалої експлуатації після припрацювання до списання, представляє сталий, стаціонарний режим, для якого  $\frac{dP_i}{dt} = 0$ . Тоді система диференціальних рівнянь (1) переходить в алгебраїчну, вирішення якої відносно невідомих, після відповідних математичних перетворень дає:

$$\begin{cases} P_0 = \left( 1 + \sum_{i=1}^n \frac{\omega_i}{\mu_i + a_i} \right)^{-1}; \\ P_i = P_0 \cdot \frac{\omega_i}{\mu_i + a_i}, \end{cases} \quad (2)$$

де  $n$  – кількість підсистем дробарки.

Аналіз першого рівняння системи (2) показує, що ймовірність безвідмовної роботи дробарки, як цілої системи може тільки асимптотично спрямуватись до максимального свого граничного значення і завжди менше його, оскільки до одиниці додаються ще складові обумовлені конкретними величинами параметрів потоків відмов і відновлень.

З другого рівняння (2) видно, що на ймовірність відмови будь якої з підсистем впливає тільки другий множник, який і враховує особливості їх ймовірнісних характеристик пов'язаних з розподілом відмов і відновлень.

Оскільки отримане значення ймовірності безвідмовної роботи кормодробарки  $P_0$  характерне для моменту часу значно віддаленого від початку експлуатації, а до складу рівнянь входять параметри відмов і відновлень механізмів, то ця ймовірність дорівнює коефіцієнту готовності  $K_r$ , тобто

$$P_0 = K_r. \quad (3)$$

Найменш надійна підсистема дробарок на які першочергово цілеспрямовуються дії по підвищенню довговічності та безвідмовності - подрібнювальна камера, для якої можна виділити п'ять основних елементів, які лімітують її ресурс: молотки, деки, решета, підшипники вала подрібнювального ротора та привідні паси. Відмови цих елементів визначають стан підсистеми, в якому вона може перебувати [5].

Відмови по підсистемах молоткових дробарок розподіляються нерівномірно. Найбільша їх кількість припадає на подрібнювальну камеру – 33,6%, завантажувальний шнек – 21,9% та зерновий бункер – 18,5% (рис. 1). По групах складності відмови формуються насту-



пним чином: 1 група складності – 13,7% відмов, 2 група складності – 84,2% і 3 група складності – 2,1% відмов від загальної їх кількості.

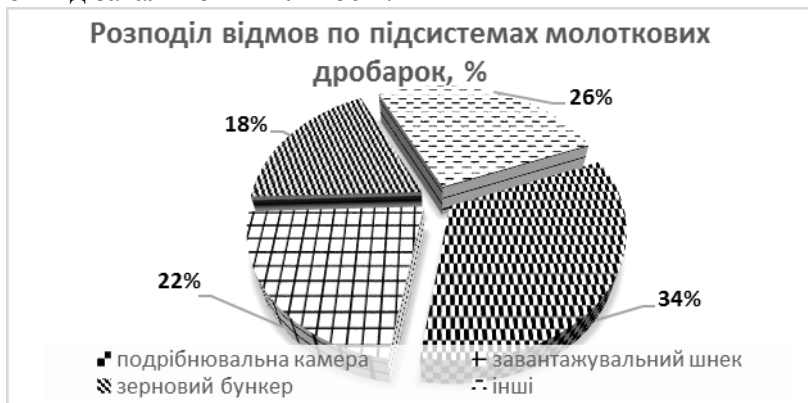


Рис. 1 - Розподіл відмов по підсистемах молоткових дробарок, %

Важливим для забезпечення надійності кормодробарки є вивчення впливу окремих видів пошкоджень з визначенням ймовірності їх появи.

Надійність дробарок і їх підсистем залежить від параметрів потоків відмов  $\omega_i(t)$  і відновлень  $\mu_i(t)$ , вплив яких встановлено на основі моделювання станів і процесів переходів структурних одиниць в різні стани. Основний вплив на пошкодження деталей і формування їх відмов чинить процес спрацювання, обумовлений контактною взаємодією робочих органів із зерною масою.

*Висновок.* Значної уваги набули роботи з підвищення довговічності робочих органів і дробарок в цілому конструкторсько-технологічними методами. Такий напрямок в поєднанні з застосуванням деталей підвищеної довговічності дозволяє значно підняти наробіток дробарок, зменшити витрати на проведення технічного сервісу.

Важливим для забезпечення надійності кормодробарки є вивчення впливу окремих видів пошкоджень з визначенням ймовірності їх появи.

Надійність дробарок і їх підсистем залежить від параметрів потоків відмов  $\omega_i(t)$  і відновлень  $\mu_i(t)$ , вплив яких встановлено на основі моделювання станів і процесів переходів структурних одиниць в різні стани.

Основний вплив на пошкодження деталей і формування їх відмов чинить процес спрацювання, обумовлений контактною взаємодією робочих органів із зерною масою.

Перспективним напрямком подальших досліджень в галузі підвищення надійності кормоподрібноувальної техніки слід вважати комплексний структурний аналіз надійності машин на основі системного підходу до їх конструктивних рішень.

#### Література

1. Болтянська Н.І. Сучасний стан машинно-тракторного парку підприємств агропромислового комплексу / Н.І. Болтянська // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2008. – Вип. 36. – С. 3–7.

2. Болтянська Н.І. Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві / Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський // Праці ТДАТУ.- Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. Т.2. – С. 153-159

3. Скляр О.Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.

4. Новицький А.В. Підвищення безвідмовності кормодробарок конструкторсько-технологічними методами на основі структурного аналізу їх надійності. Автореф. дис. на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.11. - "Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва". - НАУ, Київ, 2001.

5. Скляр О.Г. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАВАНТАЖУВАЧА ТЮКІВ НА БАЗІ ТРАКТОРА ТЯГОВОГО КЛАСУ 3

**Шиленко А.С., 24САІ.**

*Науковий керівник*

**Мітков В.Б., к.т.н., доц.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: mitkofbg@gmail.com**

*Дослідження доцільності використання навантажувача на базі трактора тягового класу 3 для збільшення продуктивності проведення технологічної операції завантаження тюків великих розмірів.*

**Постановка проблеми.** Обсяги щорічної заготівлі сіна в Україні донедавна становили 8–10 млн т за технологічної потреби близько 17 млн т, тобто потребу в сіні задовольняли на 50–60%. До того ж, у загальній кількості заготовленого сіна близько половини його не відповідало вимогам якості. Пояснюється це, насамперед, застосуванням недосконалих технологій заготівлі та зберігання сіна, низьким рівнем механізації робіт. Нині рівень механізації заготівлі становить близько 30% [1].

Основні технології заготівлі сіна, що тепер застосовують, — це заготівля розсипного сіна та пресованого. У господарствах АПК України переважає перша технологія. Вона нескладна, дає змогу обходитися комплексом більш простих машин. Проте водночас вона має низку істотних вад, основними з яких є значні затрати праці, особливо ручної, та витрати енергії. Технологія зумовлює значні втрати поживних речовин унаслідок збільшення кількості технологічних операцій. Значна кількість сіна втрачається і з його зберіганням в укладених на землі й нічим не захищених від дії атмосферних чинників скиртах: за даними досліджень, товщина шару тією чи іншою мірою зіпсованого сіна становить: біля землі — до 0,50 м, із боків — 0,10...0,15 і зверху — 0,30...0,50 м [2].

Технологія заготівлі пресованого сіна має вагомі переваги перед технологією заготівлі розсипного сіна: менші польові втрати завдяки скороченню технологічних операцій, менші втрати під час зберігання, оскільки, завдяки більшій щільності маси, її економічно вигідно зберігати в пристосованих приміщеннях (пресоване сіно за об'ємом у 1,5–2,0 рази компактніше, ніж розсипне), менший рівень затрат праці (на 15–18%) та палива (в межах 10–40%), можливість повної механізації технологічних процесів тощо.

У розвинених країнах основну масу сіна заготовляють у пресованому вигляді: в США — 80–90%, у Великій Британії і Франції — понад 90% тощо. В Україні у пресованому вигляді заготовляють незначну кількість сіна — у вигляді малогабаритних паків і рулонів.

Для своєчасної заготівлі високоякісного сіна з мінімальними затратами праці й коштів необхідно правильно вибрати раціональну технологію і комплекс машин. Наявність широкого набору типорозмірів машин дає можливість впровадити в господарствах інтенсивну механізовану технологію виробництва трав на сіно з використанням певних поєднань машин та їх комплексів. Прогресивною технологією заготівлі сіна є його пресування. Порівняно з технологією виробництва сіна в розсипному вигляді пресування в тюки і рулони дає можливість скоротити втрати поживних речовин, зменшити в три–чотири рази площу для зберігання і в 2–2,5 рази затрати праці [3].

Отже, для широкого впровадження прогресивних технологій заготівлі сіна в Україні слід налагодити власне виробництво прес-підбирачів для формування великогабаритних тюків, навантажувачів тюків і рулонів, візків-підбирачів та іншої сучасної техніки.

**Аналіз останніх досліджень.** Останнім часом поширюється технологія із застосуванням прес-підбирачів великогабаритних тюків, які мають незаперечні переваги перед іншими конструкціями машин. Головні з них такі: висока продуктивність і, відповідно, менші затра-

ти праці; збереження високої якості кормів завдяки зменшенню втрат листя і суцвіть під час збирання бобових трав; краще використання вантажопідйомності транспортних засобів, площ складських приміщень, підвищення продуктивності навантажувачів.

Провідні машинобудівні фірми світу (Manitou, John Deere, Claas, Krone тощо) пропонують близько 20 моделей прес-підбирачів великогабаритних тюків. Вони різняться між собою площею перерізу пресувальної камери, кількістю ходів поршня, конструктивним виконанням робочих органів тощо [4].

**Мета роботи.** Розробка та впровадження навантажувача тюків великих розмірів на базі тракторів тягового класу 3 українського виробництва.

**Основні матеріали дослідження.** Одним із головних завдань під час вирощування багаторічних трав на сіно є завантаження готового тюкованого сіна чи соломи на транспортні засоби для механізації внутрішньогосподарських робіт, а потім закладення у скирти та сховища.

Розробляють, виготовляють і застосовують навантажувачі на трактори ЮМЗ та МТЗ, тягового класу 1,4 [5]. Нами запропоновано навантажувач з рухомою верхньою рамкою на трактор марки ХТЗ для навантаження одного чи двох прямокутних тюків, масою понад двісті кілограмів.

Трактор разом з навішеними на його підйомний пристрій навантажувачем (рисунок 1), наближається до тюкованого сіна чи соломи. Навантажувач повинен бути повністю опущеним, а верхня притискна рамка повністю піднятою. Коли тюк знаходиться на чотирьох нижніх пальцях, можна опускати притискну рамку та рухатися до транспортного засобу.

Як вже вище зазначалося, даний навантажувальний пристрій можна використовувати для підняття та транспортування одразу двох тюків, що суттєво зменшує час навантаження.

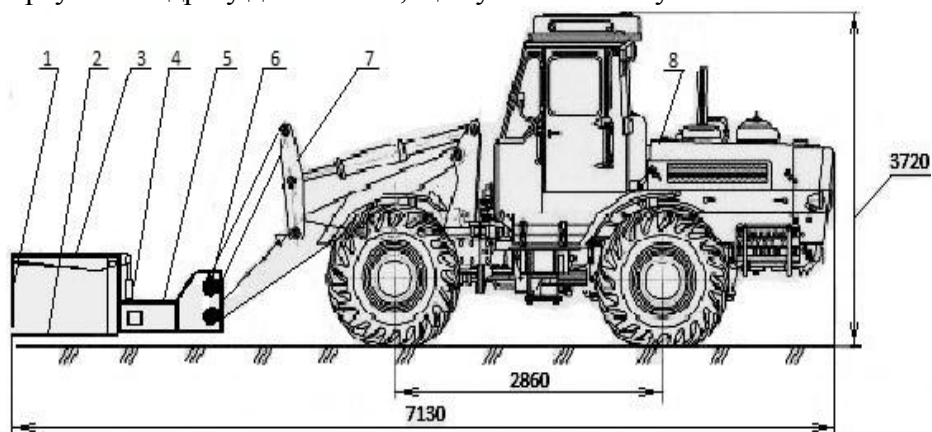


Рисунок 1 – Схема навантажувального агрегату.

1 – утримуючі пальці верхньої притискної рамки; 2 – нижні пальці; 3 – верхня притискна рамка; 4 – виносний тракторний гідроциліндр; 5 – рама навантажувача тюків; 6 – кронштейни кріплення навантажувача; 7 – підйомний механізм трактора; 8 – трактор.

**Висновок.** Запропонований агрегат для навантаження тюків трактором тягового класу 3 дозволяє отримати більшу продуктивність, а також скоротити час навантаження або скиртування сіна.

#### Список використаних джерел.

1. Технологія заготовки и хранения сена. Інтернет ресурс: <https://agrovesti.net/lib/tech/fodder-production-tech/tehnologiya-zagotovki-i-khraneniya-sena.html>
2. Какова технология заготовки сена. Інтернет ресурс: <http://mypodvorye.ru/tehnologiya-zagotovki-sena/>
3. Фронтальный навантажувач TUR-15. Інтернет ресурс: <http://uaz-upi.com/frontalnii-navantazhuvach-tur-15>.
4. Навантажувачі Manitou MLT-X 737-130 PS. Інтернет ресурс: <https://astra-group.ua/catalogue/tehnika/navantazhuvachi/manitou-134.html>
5. Навантажувач для тюків НТ-300. Інтернет ресурс: <https://www.kobzarenko.com.ua/ru/produkcija/tehnka-dlya-solomi/62-nt-300.html>.

## ДОЦІЛЬНІСТЬ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА ГАЗОВЕ ПАЛИВО

**Біловодський Д. М., 22САІ**

*Науковий керівник*

**Мітков В.Б., к.т.н., доц.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: mitkofbg@gmail.com**

*Дослідження доцільності використання газобалонного обладнання для покращення екологічних та економічних показників роботи дизельних двигунів.*

**Постановка проблеми.** Впровадження газодизельного двигуна, як альтернатива дизельному двигуну дозволить не тільки виявити особливості робочого процесу що протікає при зміні паливної системи, але сформулювати умови для компенсації ефективності роботи двигуна яка втрачається при адаптації до нового палива.

**Аналіз останніх досліджень.** Питанням конвертації дизельних двигунів на використання природного газу присвячені роботи Багдасарова И.Г., Гайворонского А.И., Козлова С. І., Савельєва Г. С., Хачияна А.С. У роботах цих авторів відмічено, що займання газового палива від іскри приводить до втрати до 15% потужності двигуна в газовому варіанті із-за зниження міри стиску. Надійність роботи двигуна при такому режимі вимагає підвищення працездатності свічок запалення.

**Мета роботи.** Аналіз впливу застосування газобалонного обладнання на техніко-економічні показники роботи автомобільного транспорту.

**Основні матеріали дослідження.** Існує два основні аспекти доцільності перекладу дизельного двигуна на газове паливо.

Перший аспект - це економічний. Із-за різниці вартості дизельного і газового палив перекладати дизельний двигун на газ вигідно. Наприклад, вартість 1 літра дизпалива в Україні 25 грн., вартість 1 літра пропан-бутана складала 13 грн., вартість 1м<sup>3</sup> метану складала 12-13 грн.

Другим аспектом є зменшення токсичності вихлопних газів при перекладі дизеля на газове паливо. Особливо зменшується димність вихлопу і вміст твердих часток (сажі) [1,2].

На практиці використовуються два [3] що принципово розрізняються способу перекладу дизельних двигунів на живлення газовим паливом: конвертація та використання газодизельного режиму.

Конвертація дизельного двигуна в двигун внутрішнього згорання із займанням газоповітряної суміші від іскри (повне заміщення палива).

Цей спосіб досить радикальний і пов'язаний зі значною зміною конструкції базового двигуна. При цьому з двигуна демонтують дизельну паливну апаратуру, зменшують міру стискування до 11-14 одиниць, встановлюють систему запалення, подачі газу і газові балони. В результаті двигун працює на газовому паливі, яке має вартість нижче, ніж дизельне паливо. Екологічні параметри газів конвертованого дизеля, що відпрацювали, як правило, вище за початковий двигун, потужнісні параметри знаходяться на одному рівні з базовим двигуном.

Після виконання конвертації двигун вже не може більше працювати на дизельному паливі, зворотна операція практично неможлива.

2) Використання газодизельного режиму. У газодизельному режимі в двигун подають два палива - основне дизельне (але в меншій кількості, ніж у базовому), додаткове - газове (паливо для заміщення). При цьому основне дизельне паливо грає роль «запальної» дози для займання інтегральної газоповітряної паливної суміші. Міра заміщення додатковим паливом залежить від декількох чинників:

- від типу газового палива (метан або пропан);

- досконалості встановлюваної додаткової газопаливної апаратури і базової дизельної апаратури.

Дуже важливим моментом при використанні газодизельного режиму є той факт, що можливий перехід на початковий дизельний режим у будь-який момент часу, як правило, перемикач режиму знаходиться в кабіні водія.

У газодизельному режимі зазвичай використовують пропан або метан для заміщення. У кожного виду з цих газових палив є свої переваги та недоліки.

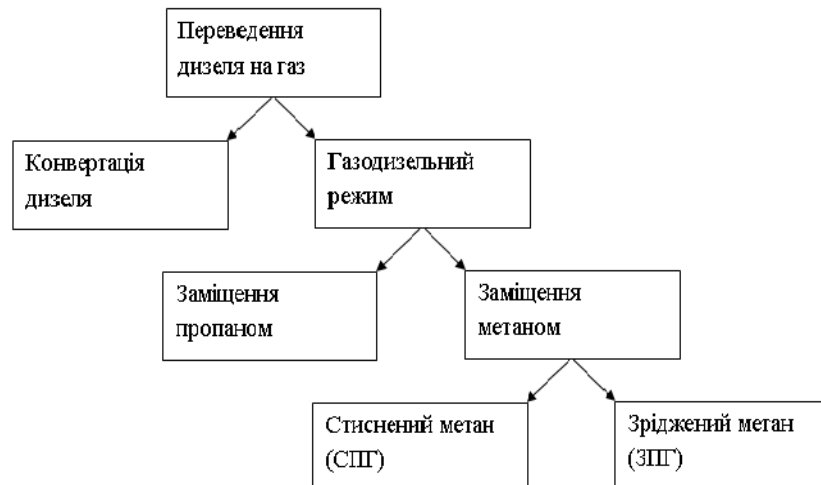


Рисунок 1 - Способи переводу дизельних двигунів на газове паливо

Газодизельний процес має потенційні переваги в порівнянні з процесом з іскровим запаленням. Ефективний коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) дизельного двигуна складає більше 38%, а відповідний к.к.д. двигуна з іскровим запаленням - близько 30%, що забезпечує менше споживання палива - газове плюс дизельне, в двигунах рівної потужності [4]. Можливість роботи на двох паливах і швидкий перехід з одного виду палива на інший, що збільшує радіус дії транспортного засобу. Висока надійність джерела займання газо-повітряної суміші факелом дизельного палива, що спрощує його.

Доцільністю переведення дизельного двигуна на газ є низька вартість газу, а також токсичність відпрацьованих газів.

**Висновок.** Забезпечення високих техніко-економічних і екологічних характеристик газодизельних двигунів вимагає організації робочого процесу і створення паливної апаратури, що дозволяють отримати уприскування 15 - 20% запальної дози з підвищеними, в порівнянні з традиційною паливною апаратурою. У якості пального для газодизелів найкраще використовувати газ метан.

#### Список використаних джерел.

1. Михайлов Б. Газодизельний транспорт в Європе/ Михайлов Б.// Рига автомобильная. – 2007. - №162. – с. 22 – 31.
2. Долгов К. Газодизель – реальная альтернатива/ К. Долгов// Сигнал. – 1995. № 8. – с. 38 – 39.
3. Захарчук В. І. Застосування альтернативних палив в автотракторних дизелях/ В. І. Захарчук // Энергосбережение: всеукраинский научно технический журнал. – 2010. - № 2. с. 26 – 28.
4. Холод І.М. Удосконалення системи живлення газодизельного двигуна/ І. М. Холод, А. П. Холод, П. П. Степанов// Праці Таврійської державної агротехнічної академії; Таврійська державна агротехнічна академія; Таврійська державна агротехнічна академія. - Мелітополь 2006. – Вип. 37. – с. 146 – 156.

## ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН

Клименко М.В., студент 22 ЕЕ  
Науковий керівник

e-mail: xxxgoldenxxxtankman@gmail.com

Постнікова М.В., к.т.н., доц.  
Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: marina.postnikova@tsatu.edu.ua

*Анотація: проведений аналіз енергоефективності зерноочисних машин потокових ліній очищення зерна*

**Постановка проблеми.** Енергоефективність зерноочисних машин пов'язана з питаннями надійної та економічної роботи зернопункту. Це можливо при відповідності електроприводів характеристикам робочих машин. У зв'язку з цим необхідність розрахунків з визначення потужності електродвигунів, які входять до потокової лінії, є актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень.** Дослідженню енергоефективності зерноочисних машин присвячено ряд робіт [1-3]. Однак, відсутнє комплексне дослідження цього питання.

**Мета статті.** Провести аналіз енергоефективності зерноочисних машин потокових ліній очищення зерна.

**Основні матеріали дослідження.** Для вирішення питання відповідності електроприводів характеристикам робочих машин необхідно розрахувати потужність електродвигунів зерноочисних машин, які входять до потокової лінії очищення зерна. Розглянемо це на прикладі машини попереднього очищення зерна ЗВС-20 та машини вторинного очищення зерна ЗАВ-10.30000. Продуктивність решета прямо пропорційна його площі [2].

$$Q = q_F \cdot F, \quad (1)$$

де  $Q$  – продуктивність решета, кг/год.;

$q_F$  – питома продуктивність решета, кг/(г·дм<sup>2</sup>);

$F$  – площа решета, дм<sup>2</sup>,  $F = 78,21$  дм<sup>2</sup>.

$$q_F = \frac{q_B}{l}, \quad (2)$$

де  $q_B$  – продуктивність, віднесена до одиниці ширини решета, кг/(год·дм);

$l$  – довжина решета, дм,  $l = 9,9$  дм.

$$Q = \frac{q_B}{l} \cdot B \cdot l = q_B \cdot B, \quad (3)$$

де  $B$  – ширина решета, дм,  $B = 7,9$  дм.

Потужність, потрібна для роботи решітного стану з прямолінійними коливаннями від ексцентрикового приводу, можна визначити за формулою [1]

$$P_c = \frac{G \cdot j_0^2}{460 \cdot n \cdot \eta_m}, \quad (4)$$

де  $G$  – маса решітного стану, кг;

$j_0$  – оптимальне прискорення решета, м/с<sup>2</sup>;

$n$  – число коливань решітного стану, колів./хв.;

$\eta_m$  – коефіцієнт корисної дії машини, в.о.

Оптимальне прискорення решета визначає оптимальний кінематичний режим роботи решета, який залежить від подачі на одиницю ширини решета, кута нахилу решета до обрію, кута напряму коливань, а також від роду решета, розміру та форми його отворів і виду зернового матеріалу [1].

$$j_0 = 4,2 \cdot \sqrt{\frac{q_B}{\gamma}}, \quad (5)$$

де  $\gamma$  – кут між напрямом коливань і площиною решета, град.

$$\gamma = \alpha + \beta, \quad (6)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу площини решета до обрію, град.;

$\beta$  – кут напряму коливань решета по відношенню до обрію, град.

$$j_0^2 = 17,64 \cdot \frac{q_B}{\gamma}; \quad (7)$$

$$j_0^2 = 17,64 \cdot \frac{Q_n \cdot 10^3}{B \cdot \gamma}. \quad (8)$$

Для зерноочисної машини, потужність, яку споживає електродвигун

$$P_{ос} = \frac{38,348 \cdot Q \cdot G}{B \cdot \gamma \cdot n \cdot \eta_m \cdot \eta_{ос} \cdot \eta_{пер}}, \quad (9)$$

де  $\eta_{ос}$ ,  $\eta_{пер}$  - відповідно коефіцієнт корисної дії двигуна і передачі.

Розрахункові дані представлені в таблицях 1, 2.

Таблиця 1 – Розрахункові дані потужності електродвигуна зерноочисної машини ЗВС-20 ( $P_n = 1,5$  кВт) для ЗАР-5, ЗАВ-40

$q_B$ , кг/(год.·дм)	1000	700	600	500	400	300	200
$Q$ , т/год.	7,4	5,18	4,44	3,7	2,96	2,22	1,48
$P_{ос}$ , Вт	592	414	355	296	237	178	118

Таблиця 2 – Розрахункові дані потужності електродвигуна зерноочисної машини ЗАВ-10.30000 ( $P_n = 1,1$  кВт) для ЗАВ-20

$q_B$ , кг/(год.·дм)	1000	711	700	600	500	400	300	200
$Q$ , т/год.	9,9	7,04	6,93	5,94	4,95	3,96	2,97	1,98
$P_{ос}$ , Вт	689	489	482	413	344	276	207	138

**Висновок.** Як видно з розрахункових даних, фактична потужність електродвигунів зерноочисних машин нижча за номінальну на 30-40 %, тобто поточна лінія очищення зерна працює не в номінальному режимі. Це необхідно враховувати при нормуванні електроспоживання на зернопунктах.

#### Список використаних джерел

- 1 Машини для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчёт машин, технология и автоматизация процессов / Под ред. З.Л. Тица. – М.: Машиностроение, 1967. – 448 с.
- 2 Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчёт и проектирование / И.Е. Кожуховский. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.
- 3 Кожуховский И.Е. Механизация очистки и сушки зерна / И.Е. Кожуховский, Г.Т. Павловский. – М.: Колос, 1968. – 439 с.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР В СКЛАДІ БОРОНИ РОТАЦІЙНОЇ ПРУЖИННОЇ

**Рудь В.О.**, здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

*Науковий керівник*

**Кувачов В.П.**, к.т.н., доцент

**E-mail:** [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*The scheme and operating parameters of the cultivator unit in the composition of the rotary spring harrow for inter-row cultivation of crops of cultivated crops are substantiated.*

**Постановка проблеми.** Вагомим обмежувальним фактором вирощування просапних культур, зокрема соняшнику, є рівень забур'яненості його посівів. Навіть попри широке впровадження сучасних високоефективних хімічних засобів захисту вони і надалі залишаються шкідливими об'єктами, які знижують урожай більш ніж на третину.

Вже стало зрозумілим, що надмірна кількість міжрядних обробітків просапної культури недоцільна, бо призводить до негативних наслідків. Ґрунт під впливом робочих органів і ходових систем машин ущільнюється, розтирається (розпилюється), утворюються колії і сліди. Внаслідок цього знижується врожайність культури, руйнується структура ґрунту, виникає вітрова і водна ерозія, збільшуються витрати на обробіток. В серійних просапних культиваторів для догляду за посівами просапних культур, які сьогодні позиціонуються на ринку с.-г. техніки, практично відсутні нові робочі органи для дрібного ефективного обробітку.

Водночас останнім часом в світі при міжрядному обробітку посівів просапних культур ефективно застосовують для закриття вологи, руйнування кірки, знищення бур'янів ротаційні і пружинні борони, які є багатофункціональними знаряддями. Особливість їхніх конструкцій та режимів роботи забезпечують щадну дію на поверхневий шар ґрунту в точці контакту з ним робочого органу та водночас якісне виконання технологічного процесу з мінімальним негативним впливом на культурні рослини. Такі знаряддя є потужною альтернативою використанню хімічних методів боротьби з бур'янами, до того вони чинять комплексну дію на ґрунт.

**Аналіз останніх досліджень.** В останні роки погляд деяких вчених і аграріїв на механічний міжрядний обробіток посівів просапних культур традиційними культиваторами кардинально змінився. Стало очевидним, що в зонах з недостатньою ґрунтовою вологою обробка культиваторною лапою на глибину до 12 см сприяє не стільки накопиченню, скільки, практично, повної втраті вологи в цьому шарі.

Разом з цим в світі відзначається тенденція до збільшення використання гербіцидних технологій боротьби з бур'янами. Однак з економічної точки зору імпортні препарати для хімпроллки коштовні. Крім цього шкодочинність використання хімпрепаратів для ґрунтової біоти, на нашу думку, багато в чому не вивчена.

**Мета статті.** Підвищення ефективності міжрядного обробітку посівів просапних культур шляхом обґрунтування схеми та параметрів борони ротаційної пружинної для її використання на просапному культиваторі.

**Основні матеріали дослідження.** Для догляду за посівами просапних культур нами запропонована нова пружинна ротаційна борінка, яка представляє собою набір ґрундкоподрібнювачів, закріплених по колу з певним кроком з лівої та правої сторони. Міжрядний обробіток просапної культури запропонованим робочим органом проводиться на глибину 6...8 см, при цьому борінка рухається в міжряддях.

Запропонована ротаційна борінка може використовуватися на секції просапного культиватора індивідуально, а також з іншими робочими органами. Її розміщення на культиваторі повинно бути в межах захисної зони. Остання, як відомо, змінюється в різні фази росту про-



сапної культури. Тому нами обрано самий граничний варіант мінімальної ширини борінки за максимальних розмірів захисної зони (рис. 1).

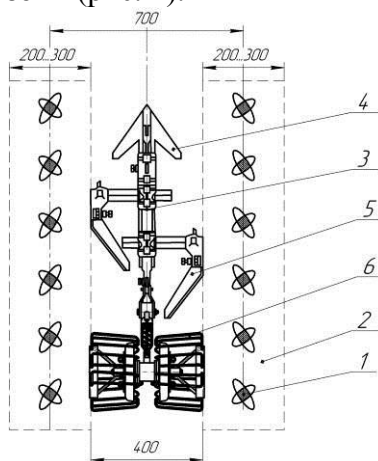


Рисунок 1 – Схема розміщення ротаційної борінки на секції просапного культиватора в міжрядді просапної культури: 1 – просапна культурна рослина; 2 – захисна зона; 3 – секція просапного культиватора; 4 – культиваторний робочий орган; 5 – лапи-бритви; 6 – ротаційна борінка

Культиваторний агрегат для міжрядного обробітку посівів просапних культур (рис. 2), побудований на основі культиватора ALTAIR-5,6 містить раму 1, колесо опорне 2, замок авто зчипки 3, пристрій транспортний 4, механізм причіпний 5, напрямник 6, секцію просапну 7, борону ротаційну пружинну 8.

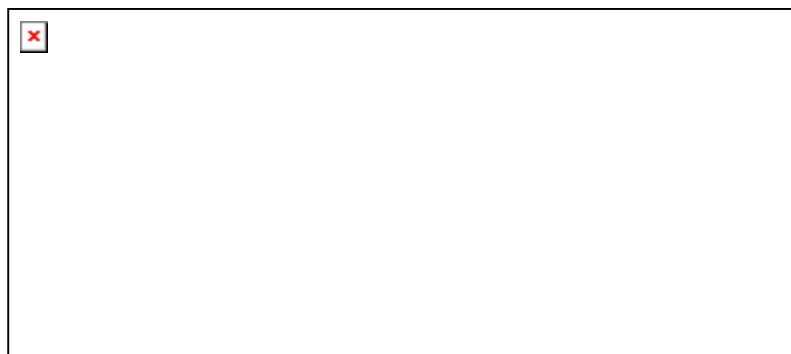


Рисунок 2 – Культиваторний агрегат для міжрядного обробітку посівів просапних культур  
Експлуатаційні показники культиваторного агрегату представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники агрегату

Склад агрегату	т, чол	$V_p$ , м	$V_p$ , км/год	$W_{зм}$ , га/год	$G_p$ , л/га	$Z_p$ , люд.·год/ га
МТЗ-82.1 ALTAIR-5,6	1	5,6	7,9	3,2	2,9	0,31

**Висновок.** Обґрунтована схема та експлуатаційні показники роботи культиваторного агрегату в складі борони ротаційної пружинної для міжрядного обробітку посівів просапних культур. Використання запропонованого знаряддя дозволяє ефективно знищувати бур'яни в фазі сходів або «білої нитки»; створювати сприятливі умови для ґрунтової аерації, завдяки цьому відбувається ефект сухого поливу, який утворюється в результаті перепаду атмосферних температур. Боронування посівів і руйнування ґрунтової кірки створює ідеальні умови для початкового розвитку кореневої системи рослин і забезпечує потужний старт їх зростання. Все це в кінцевому підсумку підвищує врожайність і якість сільгосппродукції, надає можливість зменшення кількості внесення азотних добрив, а в деяких випадках дозволяє навіть зовсім відмовитися від їх використання.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ У СКЛАДІ ФРЕЗЕРНОЇ МАШИНИ З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

Сімонова А.Є., здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

Науковий керівник

Кувачов В.П., к.т.н., доцент

E-mail: [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*The scheme of the cultivator unit for band-band pre-sowing cultivation in the structure of the Belarus-1221 tractor and the proposed FM-2 milling machine with working organs rotating around the vertical axis is substantiated*

**Постановка проблеми.** Дослідженнями вчених встановлено, що найбільш перспективним способом підготовки ґрунту під посів є стрічково-смуговий. Особливість останнього полягає в обробці ґрунту смугами. Також вченими доведено, що більш якісний обробіток ґрунту в смугах, де здійснюється подалі висів насіння культурних рослин, досягається за рахунок застосування фрезерних машин з робочими органами, які обертаються навколо вертикальної осі.

Основним недоліком роботи існуючих фрезерних машин даного типу є те, що ґрунт після обробітку містить тільки біля 50% агрегатів з розмірами від 0,25 мм до 10,0 мм (середня фракція), а це за шкалою оцінки структурно-агрегатного стану ґрунту згідно з ДСТУ4362 вважається «незадовільним».

Тому для рослинницької галузі збереження «доброго» або «відмінного» структурно-агрегатного стану ґрунту є народногосподарською проблемою, вирішення якої можливе тільки за рахунок ефективного та своєчасного його обробітку. Для цього аграрії повинні мати в своєму розпорядженні ефективні ґрунтообробні машини, зокрема, фрезерного типу з вертикальною віссю обертання робочих органів. Розробка таких машин з обґрунтованими кінематичними та конструктивно-технологічними параметрами робочих органів, які спроможні забезпечувати «добрий» або «відмінний» структурно-агрегатний стан ґрунту у період його передпосівного обробітку при мінімальних енергетичних витратах є важливим практичним завданням.

Таким чином, перспективними та актуальними є дослідження щодо вдосконалення конструкції вертикально-фрезерної машини для обробітку ґрунту.

Гіпотезою досліджень є наступне припущення, згідно якого підвищити урожайність та зменшити собівартість вирощування продукції рослинництва можна, шляхом покращення способу обробітку ґрунту під ці культури через використання удосконалених фрезерних машин, що використовуються для догляду за садом, на ґрунтообробних роботах при вирощуванні продукції рослинництва.

**Аналіз останніх досліджень.** Вивчення взаємодії робочих органів із ґрунтом лежить в основі землеробської механіки, основоположником якої є В.П. Горячкін. Вчений відмічає перспективність застосування ротаційних робочих органів для обробки ґрунту. Теоретичні обґрунтування по проектуванню ротаційних робочих органів розробили Г.Н. Синеоков, Ф.М. Канарьов, Ю.І. Матяшин, І.М. Панов. Механіко-технологічні основи обробки ґрунту заклали А.С. Кушнарьов, продовжили В.І. Ветохін, С.А. Мінько та інші.

**Мета статті.** Підвищення ефективності технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту шляхом обґрунтування схеми та параметрів агрегату для стрічково-смугового обробітку ґрунту фрезерною машиною з вертикальною віссю обертання.

**Основні матеріали дослідження.** Запропоноване нами знаряддя для обробки ґрунту під умовною маркою ФМ-2 (фрезерна машина) має активний привід робочих органів, що обертаються навколо вертикальних осей. Конструкція спрямована на зниження енерго- і металоєм-

ності процесу обробки ґрунту й підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Це досягається тим, що пристрій містить каркас, усередині якого горизонтально в ряд розташовані циліндричні зубчасті колеса. Кожне колесо закріплене на вертикальному валу, нижня частина якого служить для кріплення ножового розпушувача. Схема культиваторного агрегату в складі трактора класу 1,4 і фрезерної машини ФМ-2 представлена на рис. 1. Обробіток ґрунту фрезами за рис. 1 характеризується смугами розпушеного ґрунту. А культиваторні лапи після проходження агрегату також залишають смуги культивованого поля. Такий агрегат можна використати для підготовки смуг під посів просяпних культур. В такому випадку фрези оброблюють ґрунт смугами на глибину посіву просяпної культури, що дозволяє максимально зберегти вологу в ґрунті в зоні закладання насіння.

Також запропонований нами агрегат дозволяє здійснювати і міжрядний обробіток посівів просяпних культур, використовуючи, при цьому, або фрезерні, або культиваторні робочі органи.

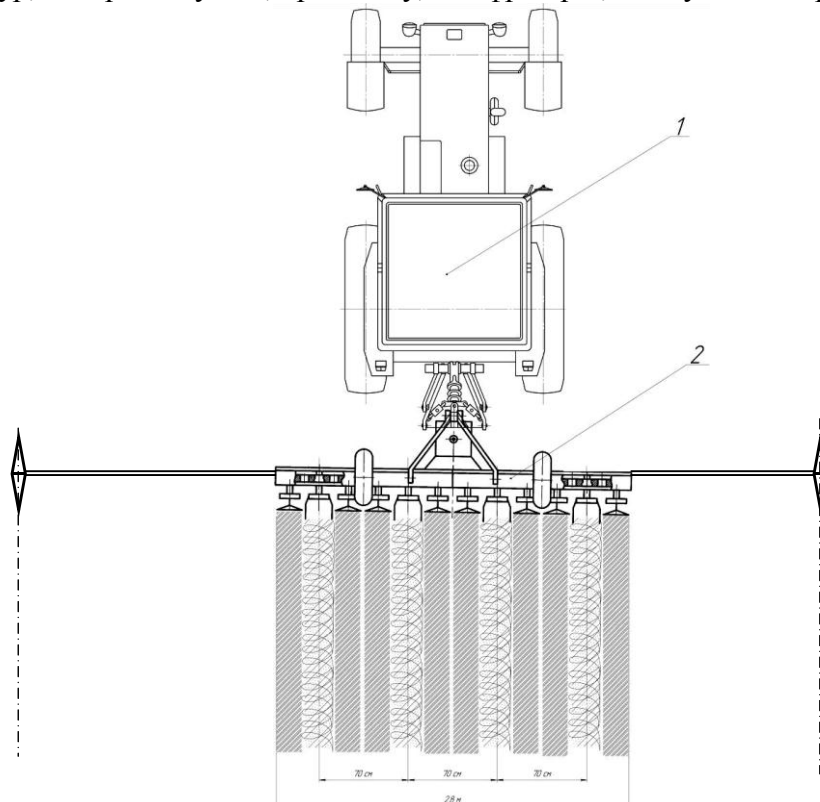


Рисунок 1 – Схема культиваторного агрегату в складі трактора класу 1,4 (поз. 1) і фрезерної машини ФМ-2 (поз. 2)

Експлуатаційні показники культиваторного агрегату представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники агрегату

Склад агрегату		Робоча ширина захвату, м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га	Експлуатаційні витрати, грн./га
трактор	с.-г. машина						
Білорус-1221	ФМ-2	2,8	7,84	1,58	6,35	0,63	350,8

**Висновок.** Обґрунтована схема культиваторного агрегату для стрічково-смугового передпосівного обробітку у складі трактора Білорус-1221 і запропонованої нами фрезерної машини ФМ-2 з робочими органами, які обертаються навколо вертикальної осі. Використання вказаного агрегату дозволяє здійснювати якісний обробіток ґрунту смугами, де здійснюється подальше висів насіння культурних рослин. Також цим агрегатом можна здійснювати міжрядний обробіток посівів просяпних культур.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ПРУЖИННОЇ БОРОНИ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ

**Шепілов В.А.**, здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

*Науковий керівник*

**Кувачов В.П.**, к.т.н., доцент

E-mail: [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*The scheme and parameter of the unit for between row processing of corn crops in the composition of the cultivator ALTAIR-5.6 on each section of the working bodies of which spring harrows and flat-cutter segments are installed in two rows*

**Постановка проблеми.** Борона пружинна вже багато років є перевіреним знаряддям не тільки для якісного механічного догляду, а й альтернативою хімічної боротьбі з бур'янами. Вона стала відігравати вирішальну роль у сучасному землеробстві. Дуже важливо проводити боронування посівів для руйнування ґрунтової кірки, особливо на важких ґрунтах. Як правило, велика кількість опадів у період до появи сходів, або спекотна суха погода призводить до утворення ґрунтової кірки, що заважає доступу повітря, ускладнює проростання рослин. У результаті рослини частково гинуть, сходи з'являються не дружні. Все це в кінцевому підсумку сильно знижує врожайність і якість посівів. Результатом роботи борони пружинної є максимальне знищення бур'янів, які не в змозі вплинути на основну культуру. Але ж суттєвий недолік використання пружинної борони рамної конструкції при догляді за посівами кукурудзи – це низький агротехнічний просвіт цього знаряддя, що збільшує відсоток травмування культурних рослин, особливо в сухих жарких умовах їх зростання.

**Аналіз останніх досліджень.** Відомий спосіб міжрядного обробітку посівів просапних культур (Експлуатація машин та обладнання / [Бендера І.М. та ін.]. – Кам'янець–Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2013. – 576 с.) прийнятий за прототип, включає обробіток захисних зон рядка та міжряддя прополювальними або пружинними борінками.

Недоліком цього способу, прийнятого в якості прототипу, є низька ефективність розпушування ґрунту та знищення бур'янів при цьому. Оскільки діаметр зубців пружинної борінки доволі малий задля того, щоб висмикнути бур'ян і не залишити його після проходу агрегату. Особливо це набуває актуальності при роботі борони на глибині менше 5 см. Тому все ж певна частка бур'янів після проходу агрегату залишається на полі. До того ж доцільність використання вказаного способу націлена на стадію росту бур'янів в стані білої ниточки. А оскільки агрострок їх знищення в цій стадії росту дуже малий, то невчасне проведення міжрядного обробітку посівів просапних культур буде малоефективним, оскільки бур'ян вже встигне укріпитися в ґрунті. Також вказаним способом важко буде знищувати багаторічні бур'яни, такі, наприклад, як осот, і ті, які не були знищені за попередній обробіток зубовим пружинним робочим органом. Також суттєвим недоліком вказаного способу є велика відстань між зубцями пружинної борінки, що, як правило, в декілька разів перевищує їх товщину або діаметр. Цієї відстані достатньо для того, щоб залишити на полі бур'ян, навіть в стані білої нитки, з подальшим його укоріненням. З причин незадовільної боротьби з бур'яном на полі механічним способом тенденція з використання гербіцидних технологій на практиці тільки зростає. Однак з економічної точки зору імпортні препарати для хімпрополки посівів просапних культур коштовні. Крім цього пагубність впливу хімпрепаратів на ґрунтову біоту, на нашу думку, багато в чому не вивчена.

**Мета статті.** Підвищення ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів кукурудзи шляхом обґрунтування схеми та параметрів пружинних борінок та їх використання на просапному культиваторі.

**Основні матеріали дослідження.** Поставлена задача вирішується тим, що в технології міжрядного обробітку посівів кукурудзи, який включає обробіток захисних зон рядка та міжряддя прополювальними або пружинними зубовими борінками, додатково захисна зона рядка та міжряддя посівів оброблюється смугами, які утворюються симетричними попарно розміщеними в два рядки зубовими спіралеподібними пружинними борінками (рис. 1) з шириною захвату кожної щонайменше вдвічі більшу за товщину або діаметр пружинного зубця та розташованими в зоні міжряддя між борінками плоскорізальними сегментами під однаковим кутом їх атаки, які працюють на глибині обробітку до 4...6 см.

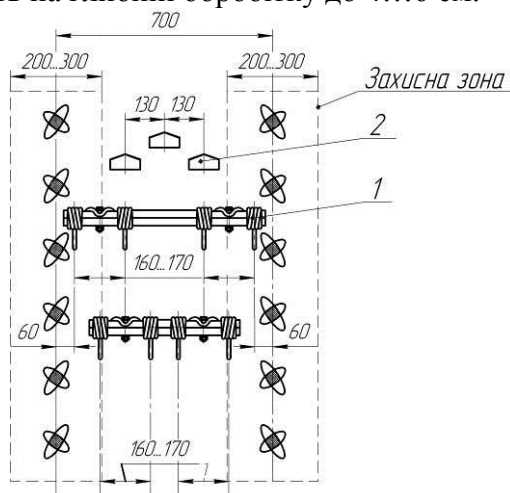


Рисунок 1 – Схема розміщення робочих органів при міжрядному обробітку кукурудзи

До складу робочих органів в запропонованому способі міжрядного обробітку посівів просапних культур входять чотири попарно розміщених зубових спіралеподібних пружинних борінок 1 з діаметром зуба  $d$  і відстанню між ними  $K$ , які на глибині обробітку  $h$  утворюють смуги шириною  $D$  (рис. 2а) та три плоскорізальні сегменти 2 з шириною захвату  $B$  (рис. 2б). Кут атаки пружинної борінки  $\alpha$ , а плоско різального сегменту –  $\beta$ .

В процесі роботи пружинна борінка на глибині обробітку  $h$  за рахунок її спіралеподібної форми утворює смугу шириною  $D$ . Остання величина щонайменше вдвічі більша за товщину або діаметр  $d$  пружинного зубця 1, що збільшує ширини захвату пружинного робочого органу. А також, це сприяє більш ефективному знищенню (шляхом висмикування) ним бур'янів та розпушуванню ґрунту. Кріпиться кожна пара пружинних борінок на брусі секції робочих органів культиватора.

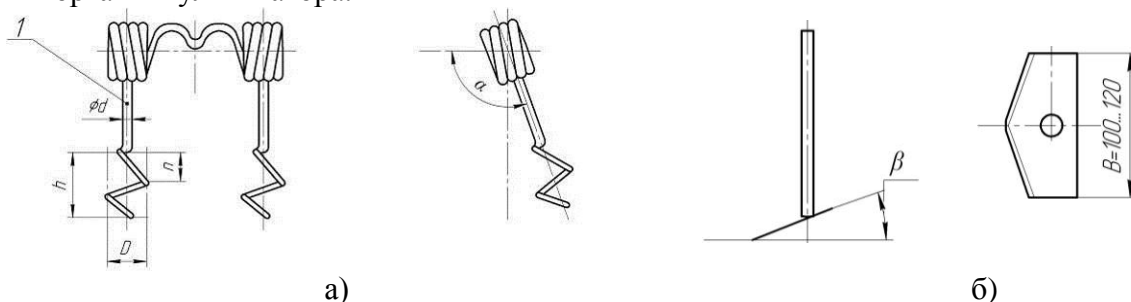


Рисунок 2 – Схема робочих органів знаряддя для міжрядного обробітку посівів кукурудзи:  
1 – пружинні борінки; 2 – плоскорізальний сегмент

Плоскорізальний сегмент в процесі роботи утворює смугу шириною  $B$ . Його розміщення в зоні між зубцями пружинної борінки 1 дозволяє ефективно зрізати бур'яни. А його установка на малу глибину обробітку покращує стійкість руху знаряддя та агротехнічну якість виконаного ним механічного обробітку ґрунту.

Для агрегування запропонованого знаряддя достатньо універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми. Загальна схема нового агрегату для догляду за посі-

вами кукурудзи, побудованого на основі просапного культиватора типу ALTAIR-5,6 виробництва ПАТ «Ельворті» представлено на рис. 3.

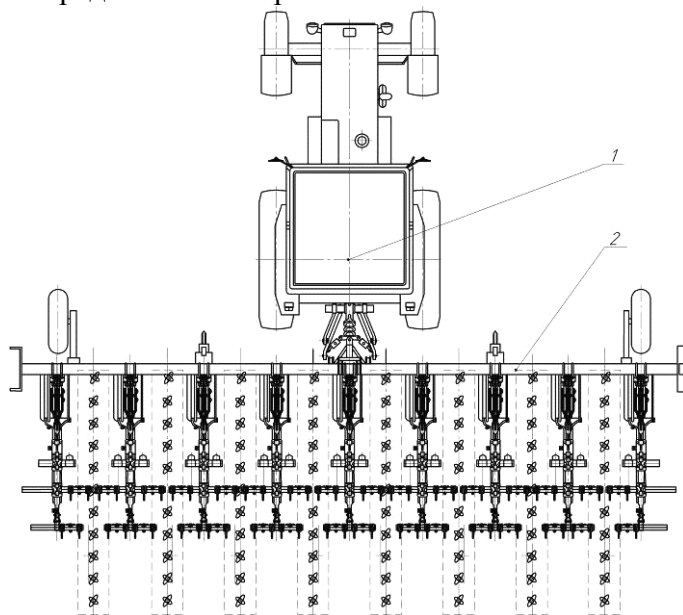


Рисунок 3 – Схема агрегату в складі універсально-просапного трактора (1) і нової пружинної борони, створеної на базі просапного культиватора ALTAIR-5,6 (2)

Користуючись загально відомими положеннями теорії трактора та експлуатації машинно-тракторних агрегатів була розроблена методика щодо визначення необхідної потужності і маси агрегуючого трактора у середовищі Microsoft Excell (рис. 4).

Вхідні дані												Результат		
V0	V0	f	k0	Bk	A	B	Vx	Kv	ηтр	g	ΔC	Mт	Ne	Et
км/год	м/с		Н/м	м						м/с <sup>2</sup>	%	кг	Вт	кВт/т
8	2.2222	0.15	1200	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.93	9.81	2.3	1933	28770.8	14.88
9	2.5	0.15	1200	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.93	9.81	2.3	1974.6	33064.2	16.74
10	2.7778	0.15	1200	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.93	9.81	2.3	2016.2	37512.4	18.61
11	3.0556	0.15	1200	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.93	9.81	2.3	2057.8	42115.6	20.47
12	3.3333	0.15	1200	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.93	9.81	2.3	2099.5	46873.6	22.33

Рисунок 4 – Інтерфейс розрахунків необхідної потужності і маси агрегуючого трактора у середовищі Microsoft Excell

Розрахунок необхідної ефективної потужності і маси агрегуючого трактора для його агрегування з новим агрегатом для міжрядного обробітку посівів кукурудзи показав (рис. 4), що при питомому тяговому опорі 1,4 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 8 до 12 км/год не перевищує 2,1 т. Але для руху агрегату з максимально допустимою швидкістю руху потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції. Оскільки рівень його енергонасиченості при цьому становить 22,33 кВт/т. Величина необхідної потужності двигуна трактора повинна бути не менше 47 кВт.

**Висновок.** Запропонований спосіб міжрядного обробітку посівів кукурудзи дозволяє ефективно знищувати бур'яни механічним способом без використання гербіцидних технологій, покращити агротехнічну якість цієї технологічної операції, що, в кінцевому рахунку, підвищує врожайність просапної культури.

## ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ ДЛЯ МІЖ-РЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА

**Подрезов В.І.**, здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

*Науковий керівник*

**Кувачов В.П.**, к.т.н., доцент

E-mail: [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*The scheme and parameter of the unit for between in-line processing of sunflower crops as part of the ALTAIR-5.6 cultivator on each section of the working bodies of which rotary harrows and flat-cutter segments are installed*

**Постановка проблеми.** Ротаційні борони – це сільськогосподарські машини, що призначені для до- та післясходового боронування посівів польових культур (в т.ч. і просапних та технічних), для поверхневого розпушування та аерації ґрунту, знищення ниткоподібних сходів бур'янів тощо. Вони відносяться до безпривідних ґрунтообробних машин, які мають різноманітні конструктивні рішення робочих органів: дискові ротори з пелюстковими, голчастими, зубовими або ножовими елементами. Завданням цієї групи робочих органів є розпушування поверхневого шару ґрунту, кришіння брил і грудок, часткове вирівнювання мікрорельєфу, перемішування ґрунтових шарів між собою, ґрунту з добривами та боронування ґрунту.

**Аналіз останніх досліджень.** Відомий спосіб міжрядного обробітку посівів просапних культур (Експлуатація машин та обладнання / [Бендера І.М. та ін.]. – Кам'янець–Подільський: ФОП «Сисин Я.І.», 2013. – 576 с.) прийнятий за прототип, включає обробіток захисних зон рядка ротаційними голчастими дисками або борінками.

Недоліком цього способу, прийнятого в якості прототипу, є те, що зона міжрядь посівів оброблюється, як правило, на глибину 6-12 см механічними робочими органами, такими як універсальна стрілчаста і долотоподібна лапи, прополювальні лапи-бритви (право- і лівосторонні), лапи-полічки (праві та ліві) тощо. Останнім часом стало очевидним, що в зонах з недостатньою ґрунтовою вологою обробка культиваторною лапою на глибину до 12 см сприяє не стільки накопиченню, скільки, практично, повній втраті вологи в цьому шарі. Останнє призводить до зменшення урожайності просапної с.-г. культури. Водночас, використання вказаних робочих органів на меншій глибині (до 5-6 см) міжрядного обробітку посівів просапних культур призводить до погіршення їх стійкого руху та, як наслідок, незадовільної агротехнічної якості виконання цієї технологічної операції.

Обробіток зони міжрядь посівів сільськогосподарських культур виключно ротаційними борінками є певні недоліки. Насамперед це низька ефективність знищення бур'янів. Незважаючи на те, що при використанні робочих органів такого типу на міжрядному обробітку просапних сільськогосподарських культур декларується якість вичісування бур'янів в стані білої ниточки до 85%, все ж певна їх частка залишається на полі. А оскільки агрострок їх знищення в цій стадії росту дуже малий, то невчасне боронування буде малоефективним, оскільки бур'ян вже встигне укріпитися в ґрунті. Також вказаним способом важко буде знищувати багаторічні бур'яни, такі, наприклад, як осот, і ті, які не були знищені за попередній обробіток ротаційними борінками. До того ж, суттєвим недоліком вказаного способу є велика відстань між дисками ротаційної борінки, що, як правило, складає 120 мм. Цієї відстані достатньо для того, щоб залишити на полі бур'ян в стані білої нитки з подальшим його укоропленням. З причин незадовільної боротьби з бур'яном на полі механічним способом тенденція з використання гербіцидних технологій на практиці тільки зростає. Однак з економічної точки зору імпортні препарати для хімічного прополювання посівів просапних культур кош-

товні. Крім цього пагубність впливу хімпрепаратів на ґрунтову біоту, на нашу думку, багато в чому не вивчена.

**Мета статті.** Підвищення ефективності технологічного процесу міжрядного обробітку посівів соняшника шляхом обґрунтування схеми та параметрів ротаційних борінок та їх розміщення на просапному культиваторі.

**Основні матеріали дослідження.** Поставлена задача вирішується тим, що в способі міжрядного обробітку посівів просапних культур, який включає обробіток захисних зон рядка ротаційними голчастими дисками або борінками, відповідно до запропонованого нами технологічного процесу, додатково зона міжрядь посівів оброблюється симетрично розміщеними ротаційними борінками з однаковою або різною шириною захвату і кутом атаки кожного диска борінки, а зона міжряддя між дисками борінок оброблюється симетрично розміщеними плоскорізальними сегментами під однаковим кутом їх атаки, які працюють на глибині обробітку до 4...6 см.

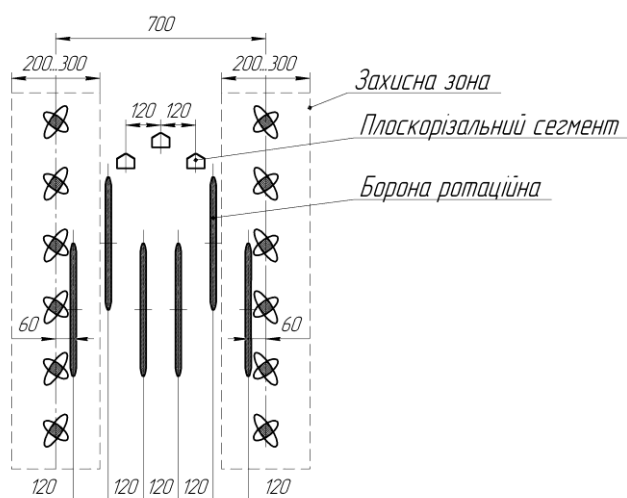


Рисунок 1 – Схема розміщення робочих органів при міжрядному обробітку соняшника

До складу робочих органів в запропонованому способі міжрядного обробітку посівів просапних культур входять шість попарно розміщених ротаційних голчастих дисків або борінок з кутом атаки  $\alpha$  та три плоскорізальні сегменти з кутом атаки  $\beta$ .

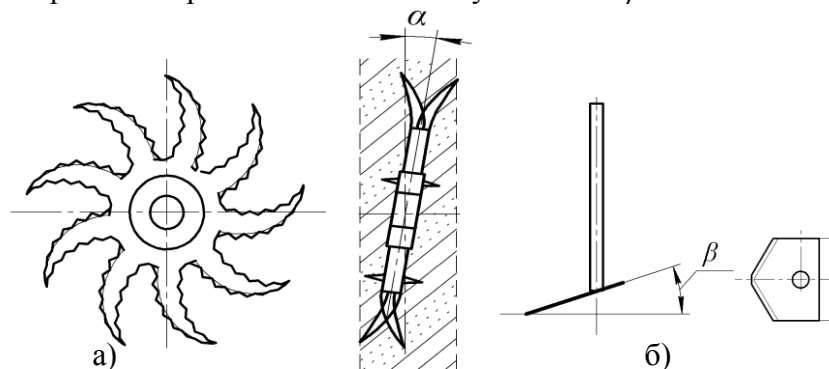


Рисунок 2 – Схема робочих органів знаряддя для міжрядного обробітку посівів соняшника:  
1 – ротаційна борінка; 2 – плоскорізальний сегмент

Дисковий робочий орган ротаційної борінки може мати у поздовжньо-горизонтальній площині кут атаки  $\alpha$  (рис. 2). Наслідком цього є збільшення його ширини захвату на величину  $(D \cdot \sin \alpha)$ , де  $D$  – діаметр диска ротаційної борінки. А також, це сприяє більш ефективному знищенню бур'янів та розпушуванню ґрунту ротаційним робочим органом.

Установлення плоскорізального сегмента під кутом атаки  $\beta$  (рис. 2) покращує стійкість його руху на малій глибині обробітку та агротехнічну якість виконаного ним механічного обробітку ґрунту.



Для агрегування запропонованого знаряддя достатньо універсально-просапного трактора класичної компоновальної схеми. Загальна схема нового агрегату для догляду за посівами соняшника, побудованого на основі просапного культиватора типу ALTAIR-5,6 виробництва ПАТ «Ельворті» представлено на рис. 3.

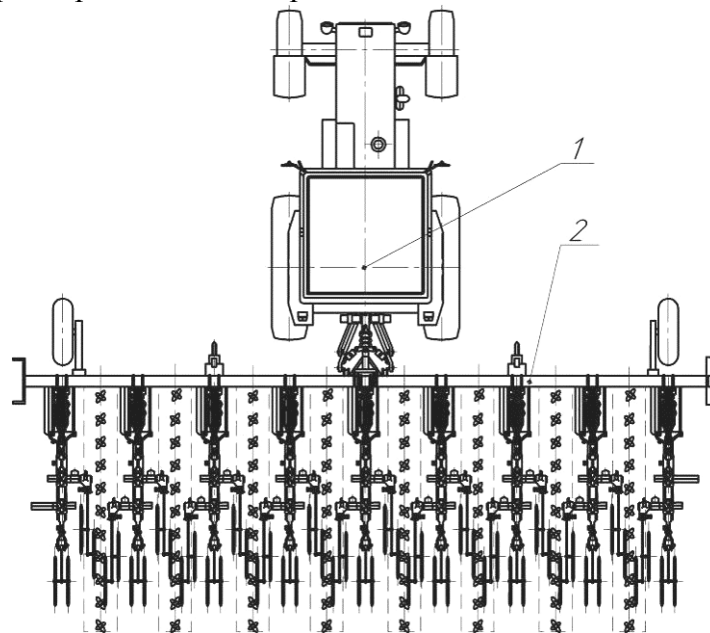


Рисунок 3 – Схема агрегату у складі універсально-просапного трактора (1) і нової пружинної борони, створеної на базі просапного культиватора ALTAIR-5,6 (2)

Користуючись загально відомими положеннями теорії трактора та експлуатації машинно-тракторних агрегатів була розроблена методика щодо визначення необхідної потужності і маси агрегуючого трактора у середовищі Microsoft Excell (рис. 4).

Вхідні дані												Результат		
V0	V0	f	k0	Bk	A	B	Vx	Kv	ηтр	g	ΔC	Mт	Ne	Et
км/год	м/с		Н/м	м						м/с <sup>2</sup>	%	кг	Вт	кВт/т
10	2.778	0.12	1500	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	2681	45309.3	16.9
12	3.333	0.12	1500	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	2800	56789.8	20.28
14	3.889	0.12	1500	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	2919	69076.5	23.66
16	4.444	0.12	1500	5.6	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3039	82169.5	27.04

Рисунок 4 – Інтерфейс розрахунків необхідної потужності і маси агрегуючого трактора у середовищі Microsoft Excell

Розрахунок необхідного рівня енергонасиченості трактора для його агрегування з новим боронувальним агрегатом показав (рис. 4), що при питомому тяговому опорі ротаційної борони близько 1,5 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 10 до 16 км/год не перевищує 4,0 т. Однак для таких швидкостей руху потрібен енергонасичений трактор тягово-енергетичної концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить більше за 16 кВт/т. Або ж необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-85 кВт.

**Висновок.** Запропонований нами спосіб міжрядного обробітку посівів соняшника дозволяє ефективно знищувати бур'яни механічним способом без використання гербіцидних технологій, покращити агротехнічну якість цієї технологічної операції, що, в кінцевому рахунку підвищує врожайність цієї культури та сприяє відновленню родючості ґрунтів в зонах з недостатньою ґрунтовою вологою.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ МТА ПРИ ЗБИРАННІ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

Очеретнюк Д.В., студентка, гр. 22 АІ,

Ігнат'єв Є.І., інж.

*E-mail:* yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua

*Таврійський державний агротехнологічний університет,*

**Summary:** *The constructive and technology scheme of sugar beet tops harvesting using integral arable and row-crop 3 kN drawbar category wheel tractor is substantiated. When using a wheel tractor of this type a necessary condition is availability of front and rear linkage mechanisms and PTO shafts, and also adjustment of its wheels to the necessary width of row-spacings sugar beet crops. Thus technology process of sugar beet tops harvesting is carried out in two stages when the defoliating machine which is frontally installed on a tractor carries out the main continuous cut of all array of tops and loads it into transport vehicle.*

**Key words:** *sugar beet, harvesting, beet tops, cutting, combined unit, arable and row-crop tractor, constructive and technology scheme.*

**Постановка проблеми.** Важливі проблеми збирання гички буряків цукрових можна розв'язати розробкою та застосуванням комбінованих машинно-тракторних агрегатів, які побудовані за модульним принципом і дають істотні переваги щодо їх використання у виробничих умовах. Проведені дослідження показали [1], що на сучасному етапі розвитку техніки в основному вирішуються проблеми продуктивності та якості процесу відокремлення гички шляхом збільшення кількості операцій, що є енерговитратним, матеріаломістким та високовартісним шляхом удосконалення технологічного процесу. На ряду з цим багаторазовий вплив техніки і робочих знарядь на ґрунт викликають деградацію ґрунту. Ґрунт переущільнюється і стає ерозійно небезпечним, а це у свою чергу знижує врожайність сільськогосподарських культур.

**Основні матеріали досліджень.** Для зниження енергетичних фінансових і тимчасових витрат, а так само для зменшення негативного впливу техніки на ґрунт виникає необхідність сполучення декількох технологічних операцій в одну і виконання їх за один робочий хід. Це можна здійснити за рахунок використання комбінованих машинотракторних агрегатів (МТА), що дозволяють докорінно змінити технологічні процеси обробки ґрунту.

Завдяки комбінованим МТА скорочується число проходів агрегатів по тому самому місцю полячи, усуваються розриви в часі між польовими роботами окремих видів, знижуються енергетичні витрати і матеріалоємність процесу, згладжується так називаний пікові потреби в енергетичних засобах і трудових ресурсах, поліпшується гумусовий баланс ґрунту і зменшуються втрати живильних речовин і вологи, підвищуються родючість ґрунту, врожайність і продуктивність праці.

Однак для роботи з найбільшою продуктивністю при малих витратах комбінованому МТА необхідно енергетичний засіб у виді трактора потрібного класу потужності і здатного агрегатуватися з різними сільськогосподарськими машинами і знаряддями.

Зараз на Україні є вітчизняний енергетичний засіб на базі якого найкраще складати комбінований МТА – це інтегральний орно-просапний трактор ХТЗ-160. Цей трактор має конструктивні особливості сімейства орно-просапних тракторів у порівнянні з трактором ХТЗ-150К, що дозволяє найкращим чином використовувати цей енергетичний засіб у складі машинотракторних агрегатів.

Практикою встановлено, що проведення двох окремих операцій, а саме зрізу гички та очистки головок коренеплодів, потребує не менше 19,2 кг палива на кожен гектар оброблюваної площі.

Одним із шляхів зменшення цього показника є проведення одночасного суцільного зрізання гички та доочистки головок коренеплодів на корені. Найкраще для цієї мети підходить комбінований агрегат (Рис. 1), технологічна частина якого складається гикозбиральної машини, трактора та задньонавішеного доочисника [2]. Із вітчизняних енергетичних засобів для цього підходять трактори сімейства ХТЗ-160.

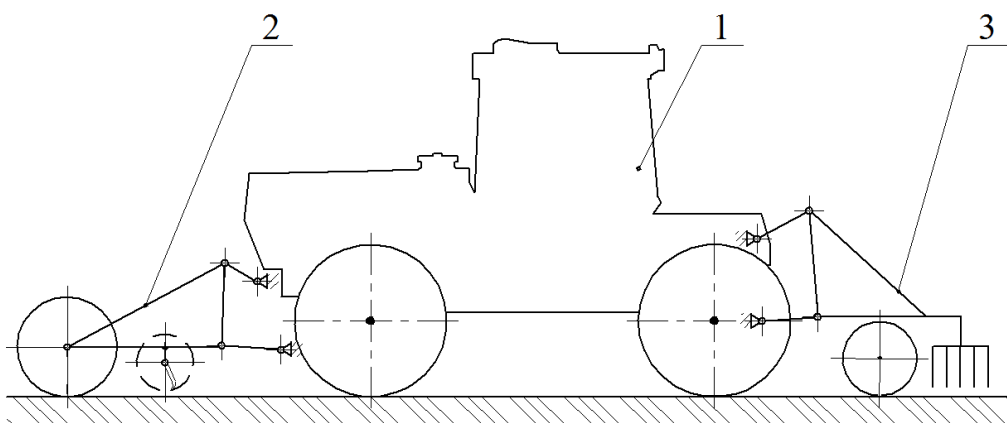


Рис. 1. Комбінований агрегат для збирання гички цукрового буряку:  
1 – трактор; 2 – фронтально навішена гикозбиральна машина; 3 – очисник головок коренеплодів від залишків гички

При цьому на вказаний тип трактора, який має передній і задній начіпні пристрої та відповідно передній і задній вали відбору потужності, а також налаштування його ходових коліс з вузькими шинами на потрібну ширину міжрядь посівів цукрового буряку, попереду монтується фронтально навішена гикозбиральна машина, яка здійснює суцільний безкопінний, безпідпінний зріз основного масиву гички, її збирання і завантаження в транспортний засіб. Позаду трактора начеплений доочищувач головок коренеплодів, який здійснює остаточне доочищення головок коренеплодів від залишків гички кожного рядка попередньо обрізаних коренеплодів за допомогою гнучких очисних лопатей, що встановлені на вертикальні привідні вали. Під час виконання всіх технологічних операцій враховувались механіко-технологічні властивості коренеплодів та гички з метою мінімізації пошкодження головок цукрового буряку та подрібнення листя [3].

Питаннями розробки основ проектування та агрегування комбінованих ґрунтообробних, а також інших агрегатів займалися і продовжують займатися

багато вчених. Визначальним серед них є роботи Погорілого Л.В., Надикто В.Т., Булгакова В.М., Янушкевича Б.Н., Кочева В.І. та ін.

В своїх дослідженнях вони особливо наголошують, що потенційні переваги комбінованих МТА можуть бути реалізовані лише за умови правильного вибору їх схеми та конструктивних параметрів.

Використовуючи передні і задню начіпні системи можна поєднати дві технологічні операції в одну. Так можна поєднати операцію зрізання гички з доочисткою головок корене-плодів і робити ці операції створеним комбінованим МТА на базі трактора ХТЗ-160.

### **Висновки.**

Проведений аналіз показав, що важливі проблеми збирання гички буряків цукрових можна розв'язати розробкою та застосуванням комбінованих машинно-тракторних агрегатів, які побудовані за модульним принципом і дають істотні переваги щодо їх використання у виробничих умовах.

Використання ж науково обґрунтованого комбінованих машино тракторних агрегатів підвищує якість виконання технологічного процесу і сприяє економії експлуатаційних витрат.

### **Список використаних джерел**

1. Хорунженко В.Е. и др. Состояние и перспективы развития комбинированных агрегатов/ В.Е. Хорунженко, А.И. Мордухович, В.А. Юзбашев // Механизация и электрификация сельского хоз-ва. – 1985. – № 5. – С. 33-35.

2. Булгаков В. М. Теоретичне дослідження параметрів комбінованого гичкозбирального агрегату / В. М. Булгаков, В. В. Адамчук, Є. І. Ігнат'єв // Вісник аграрної науки. – 2017. – №3. – С. 47-53.

3. Bulgakov V. Theoretical investigation of aggregation of top removal machine frontally mounted on wheeled tractor / V. Bulgakov, V. Adamchuk, S. Ivanovs, Y. Ihnatiev // Engineering for rural development. – Jelgava, 2017. – Vol. 16. – p.p. 273–280.

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТИВ У СКЛАДІ КУЛЬТИВАТОРА "УРОЖАЙ" ВИРОБНИЦТВА ТОВ «ОРІХІВСІЛЬМАШ»

**Хілько В.С.**, здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

*Науковий керівник*

**Кувачов В.П.**, к.т.н., доцент

E-mail: [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*The scheme of the cultivator unit for pre-sowing cultivation in the structure of tractor XT3-17221 and cultivator КПП-7 "Урожай" is grounded and tasks for its manning have been solved*

**Постановка проблеми.** Ідеальний ґрунт під посів – це основа для оптимального росту рослин. Обробка ґрунту повинна бути спрямована на його вирівнювання та одночасно добре розпушення по всій ширині захвату агрегату і на всю робочу глибину.

Передпосівний обробіток – обробіток ґрунту (сукупність прийомів механічного впливу на ґрунт (боронування, культивація та ін.), який здійснюється безпосередньо перед посівом сільськогосподарських культур. Цей обробіток проводять з метою збереження ґрунтової вологи, розпушення або ущільнення ґрунту, забезпечення закладення добрив, насіння культурних рослин на оптимальну глибину, вирівнювання поверхні ріллі і підрізання бур'янів.

**Аналіз останніх досліджень.** Світове та вітчизняне створення ґрунтообробних комплексів для передпосівного обробітку ґрунту відбувається у двох напрямках. Перший – склад агрегату включає спеціальні пристосування із декількох серійних машин, з'єднаних у відповідній послідовності. Однак, такі агрегати мають велику масу та габаритні розміри, і як наслідок, високу енергоємність та низьку маневреність, що знижує ефективність їх використання. Другий – послідовне з'єднання простих знарядь і конструювання машин на єдиній рамі із ґрунтообробними й посівними робочими органами, що усуває наведені вище недоліки.

Усім вище переліченим вимогам для передпосівного обробітку ґрунту відповідають культиватори «Урожай» виробництва ТОВ «Оріхівсільмаш». Ці культиватори вирішують компроміс для господарств, які прагнуть якнайкраще та ефективніше обробляти ґрунт вітчизняними агрегатами.

**Мета статті.** Підвищення ефективності технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту шляхом використання ефективних вітчизняних конкурентоздатних машинно-тракторних агрегатів для його реалізації.

**Основні матеріали дослідження.** Задача комплектування ґрунтообробного машинно-тракторного агрегату полягає в тому, що для заданої сільськогосподарської машини (культиватора «Урожай») потрібно підібрати трактор, який забезпечує максимальну продуктивність агрегату при мінімальних енерговитратах на виконання технологічної операції.

Для вирішення цього завдання, користуючись загально відомими положеннями теорії трактора та експлуатації машинно-тракторних агрегатів, була розроблена програма з розрахунку необхідної потужності двигуна і маси трактора для його агрегування з культиватором КПП-7 «Урожай» у середовищі Microsoft Excell (рис. 1). Результати розрахунків показали, що при питомому тяговому опорі агрегату 3,0 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 10 км/год не перевищує 7,2 т. А необхідна потужність двигуна повинна бути не меншою 120 кВт.

Згідно з проведеними розрахунками (див. рис. 1) для агрегування культиваторного агрегату в складі КПП-7 виробництва ТОВ «Оріхівсільмаш» обрано трактор ХТЗ-17221, оскільки у нього номінальна ефективна потужність двигуна дорівнює 132 кВт, а експлуатаційна маса – 8480 кг.

Вхідні дані									Результат			
Швидкість руху	Опір коченню	Питомий тяговий опір	Ширина захвату	Коефіцієнт варіації тягового опору	Коефіцієнт кінемат. невідповідності в приводі коліс	ККД трансмісії	Коефіцієнт зростання тягового опору	Тяговий опір	Маса трактора	Потужність двигуна трактора	Енерго-насиченість трактора	
$V_0$	$f$	$k_0$	$B_k$	$V_x$	$K_v$	$\eta_{тр}$	$\Delta C$	$R_{кр}$	$M_t$	$N_e$	$E_t$	
км/год	м/с		Н/м	м			%	Н	кг	Вт	кВт/т	
6	1.6667	0.12	3000	7	0.04	1	0.92	4	21806	6191.9	62788.05	10.14038
7	1.9444	0.12	3000	7	0.04	1	0.92	4	22646	6430.4	76074.48	11.83044
8	2.2222	0.12	3000	7	0.04	1	0.92	4	23486	6668.9	90167.12	13.52051
9	2.5	0.12	3000	7	0.04	1	0.92	4	24326	6907.4	105066	15.21057
10	2.7778	0.12	3000	7	0.04	1	0.92	4	25166	7145.9	120771.1	16.90063

Рисунок 1 – Інтерфейс розрахунків необхідної маси трактора і потужності його двигуна у середовищі Microsoft Excell

В результаті проведеної роботи нами запропонований агрегат для виконання передпосівного обробітку ґрунту у складі трактора ХТЗ-17221 і культиватора КПП-7 «Урожай» (рис. 2).

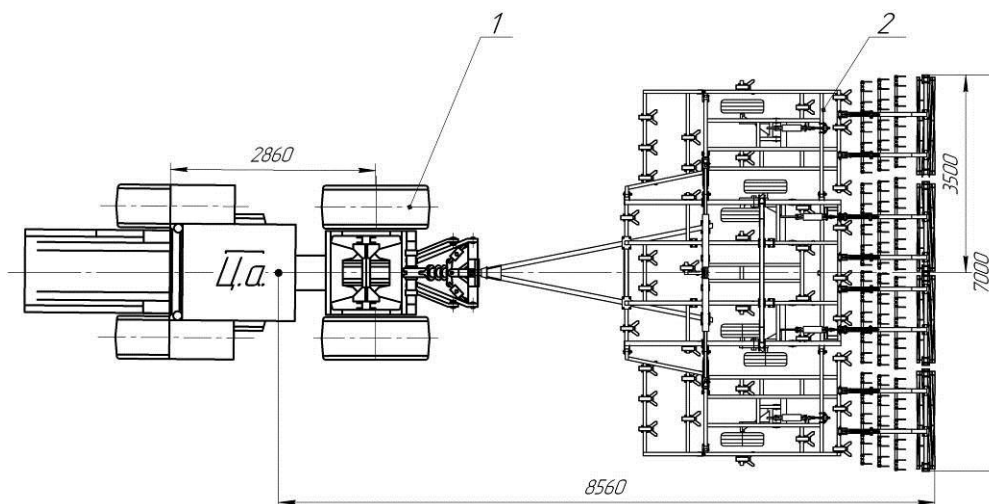


Рисунок 2 – Схема культиваторного агрегату: 1 – ХТЗ-17221; 2 – КПП-7 «Урожай»

Експлуатаційні показники культиваторного агрегату представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники агрегату

Склад агрегату		Робоча ширина захвату, $B_p$ , м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га
трактор	с.-г. машина					
ХТЗ-17221	КПП-7	6,72	7,84	3,74	4,84	0,267

**Висновок.** Обґрунтована схема культиваторного агрегату для передпосівного обробітку у складі трактора ХТЗ-17221 і культиватора КПП-7 «Урожай», застосування якого дає змогу за один робочий прохід по полю розпушити ґрунт плоскорізальними стрілочастими лапами на глибину 5-10 см, вирівняти та ущільнити його зі створенням ущільненого насінного ложа, разом з вичісуванням бур'янів у стадії їхнього початкового розвитку, що остаточно виключає застосування гербіцидів і забезпечує екологічно чисте зерно нового врожаю.

## РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТУ У СКЛАДІ КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR-8,4 ВИРОБНИЦТВА ПАТ «ЕЛЬВОРТИ»

**Турчин Р.О.**, здобувач ступеня вищої освіти «Бакалавр»

*Науковий керівник*

**Кувачов В.П.**, к.т.н., доцент

**E-mail:** [kuvachoff@ukr.net](mailto:kuvachoff@ukr.net)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*The method of aggregating the cultivator-plant-nutrient aggregate has been improved by choosing the right placement of its lateral sections and technological capacities, while ensuring the dosage, transport and distribution of mineral fertilizers from them to the working organs for fertilizing plants. The cultivator is improved by additional equipment with its lateral links with supporting self-aligning wheels, which are hinged to the central beam at an acute angle to the direction of movement of the unit*

**Постановка проблеми.** ПАТ «Ельворті» сьогодні випускає культиватор-рослинопідживлювач ALTAIR-8,4 для міжрядного обробітку посівів просапних культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив. Цей культиватор реалізує перспективні, економічно вигідні і конкурентні технології використання широкозахватних агрегатів, зокрема, 12-ти рядну систему вирощування просапних культур. Але при цьому постає проблемне питання, яке, на наш погляд, полягає в його агрегуванні з трактором. Єдиним вітчизняним енергетичним засобом для агрегування вказаного культиватора є орно-просапний трактор ХТЗ-160. Але ж, виробництво цього трактора нині зовсім призупинено на ХТЗ ім. С. Орджонікідзе.

**Аналіз останніх досліджень.** У навчально-виробничому відділенні ТДАТУ були здійснені спроби використання даного культиватора в агрегаті з трактором класу 1,4.

Аналіз роботи такого агрегату показав, що навісна система трактора повністю справляється з переведенням культиватора в робоче і транспортне положення. Однак в процесі роботи, по-перше, сильно зменшується навантаження на передньому керованому мосту трактора. Останнє вимагає довантаження (баластування) переднього моста трактора. І, по-друге, через велику ширину захвату культиватора в процесі його роботи спостерігаються значні його кутові коливання в поперечній площині. Вони викликані, на нашу думку, недостатньою його фіксацією навісним механізмом трактора. Поперечні зміщення культиватора неприпустимі в силу жорстких вимог до захисних зон рослин. Це сильно погіршує стійкість роботи агрегату.

**Мета статті.** Підвищення ефективності агрегування трактора класу 1,4 класичної компоновальної схеми з культиватором ALTAIR-8,4, шляхом обґрунтування схеми та параметрів культиваторного агрегату.

**Основні матеріали дослідження.** Поставлена задача вирішується тим, що в способі агрегування навісного культиватора-рослинопідживлювача, який включає з'єднання трактора з культиватором за допомогою тяг заднього навісного механізму першого і навіски останнього, прикріпленої до центрального бруса його рами, відповідно до запропонованої нами схеми, технологічні ємності культиватора окремо навішуються на передній навісний механізм трактора, а бокові секції культиватора з робочими органами і самоустановлювальними колесами приєднуються до центрального бруса під таким кутом до напрямку руху культиваторного агрегату, що центр опору їх крайніх робочих органів не виходить за межі поперечної осі, яка проходить через кінематичний центр трактора і додатково кріпляться силовими тягами, шарнірно з'єднуючи їх з передньою ланкою, прикріпленою до передньої частини остова трактора, при цьому додатково здійснюється дозування, транспортування і розподіл мінеральних добрив від передненавішаних технологічних ємностей до задненавішаних туковисівних робочих органів.

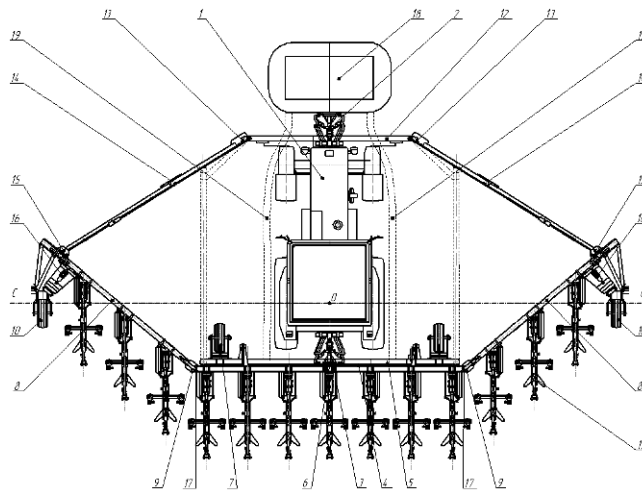


Рисунок 1 – Схема культиваторного агрегату для міжрядного обробітку посівів просапних культур в складі культиватора ALTAIR-8,4 і універсально-просапного трактора класу 1,4

Для розрахунку необхідної потужності двигуна і маси трактора для його агрегування з культиватором ALTAIR-8,4, користуючись загально відомими положеннями теорії трактора та експлуатації машинно-тракторних агрегатів, була розроблена програма у середовищі Microsoft Excell (рис. 2). Результати розрахунків показали, що при питомому тяговому опорі культиватора близько 1,6 кН/м необхідна маса трактора в діапазоні робочих швидкостей руху від 5 до 10 км/год не перевищує 4,0 т. Для виконання технологічної операції потрібен трактор тягової концепції. Оскільки необхідний рівень енергонасиченості трактора становить більше 16 кВт/т. При цьому необхідна потужність двигуна повинна бути в межах 70-80 кВт.

Що стосується необхідної потужності двигуна, то вона істотно визначена швидкісним режимом роботи культиватора. Так, для максимально можливої швидкості 10 км/год необхідний рівень потужності трактора становить 100 к.с.

Вхідні дані											Результат			
V0	V0	f	k0	Bk	A	B	Vx	Kv	ηтр	g	ΔC	Mт	Ne	Et
км/год	м/с		Н/м	м						м/с <sup>2</sup>	%	кг	Вт	кВт/т
5	1.389	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3562	34591	9.708
6	1.667	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3652	42546.4	11.65
7	1.944	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3741	50847.9	13.59
8	2.222	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3830	59495.6	15.53
9	2.5	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	3919	68489.5	17.47
10	2.778	0.16	1600	8.4	-0.07	0.7	0.04	1	0.92	9.81	2.5	4008	77829.6	19.42

Рисунок 2 – Інтерфейс розрахунків необхідної маси трактора і потужності його двигуна у середовищі Microsoft Excell

Експлуатаційні показники культиваторного агрегату представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Експлуатаційні показники роботи культиваторного агрегату

Марка складових МТА		Робоча ширина захвату, м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га
трактор	с.-г. машина					
Білорус-1221	ALTAIR-8,4	8,4	9.0	5,9	2,68	0,17

**Висновок.** Обґрунтована схема та експлуатаційні показники роботи культиваторного агрегату для міжрядного обробітку посівів просапних культур у складі трактора Білорус-1221 і культиватора ALTAIR-8,4, використання якого дає змогу підвищити тягово-зчіпні властивості агрегуючого трактора, керованість і стійкість його руху.



## ТЕХНОЛОГІЇ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ

Дімітров Д.О., факультет МТ, гр. 11 МБАІ

Науковий керівник

Болтянська Н.І., к.т.н., доц. кафедри ТСТТ

e-mail: [nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua](mailto:nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Тел.: +38 (0619) 42-05-70,

*Анотація* - у статті досліджено надійність молоткових дробарок, зокрема довговічність та безвідмовність підсистем молоткових дробарок в процесі їх експлуатації.

*Ключові слова* - надійність, експлуатація, дробарка, відмова, ймовірність безвідмовної роботи

**Постановка проблеми.** Розглядаючи витрати енергії у тваринницькій галузі сільськогосподарського виробництва, можна відмітити основну закономірність: на одиницю продукції витрати збільшуються. Враховуючи, що процеси виробництва продукції тваринництва переважно здійснюються в стаціонарних умовах, створюються сприятливі можливості для використання електроенергії. При цьому в структурі енергетичних ресурсів, які використовуються в тваринництві, значно зростає роль нетрадиційних (альтернативних) джерел поновлюваної енергії - водної, вітрової, сонячної, енергії біогазу [1,2].

Головною причиною високої енергоємності процесів є низький технологічний і технічний рівень тваринницької галузі, використання малоефективних енерговитратних технологій. Масштаби використання досягнень науково-технічного прогресу в Україні значно відстають від використання аналогічних технологій в розвинених країнах світу. Тому стоїть завдання пошуку нових технологічних підходів, які дозволяють понизити витрату електроенергії, палива і інших матеріальних ресурсів на виробництво тваринницької продукції [3].

**Аналіз останніх досліджень.** Корчемний В., Федорей В. і Щербань М. приділяли увагу питанням енергозбереження в агропромисловому комплексі. Маляренко В. і Гальчак В. розглядали альтернативні джерела енергії і основи теплофізики будівель. Грачева Л. і Маляренко В. займалися питаннями підвищення ефективності використання нетрадиційних джерел енергії в тваринницькому комплексі країни. Проте, на даний момент, залишається ще багато питань, що вимагають вирішення [1-3].

**Формулювання цілей статті.** Дослідити технології ресурсозбереження в молочному скотарстві та умови забезпечення застосування ресурсозберігаючих технологій.

**Основна частина.** Потенційна можливість застосування нових технологій в господарстві залежить від безлічі чинників: розміру підприємства, прибутковості, спеціалізації, віддаленості від великих міст, періоду функціонування та ін. Наприклад, великі господарства, що входять в різні інтегровані формування, мають позитивний потенціал до застосування ресурсозберігаючих технологій інтенсивного типу, оскільки мають в порівнянні з дрібними підприємствами значний об'єм вільних фінансових ресурсів або їм легше притягнути інвестиції на основі економічно обґрунтованих бізнес-проектів. Господарства, розташовані поряд з великим містом, мають можливість легко і на вигідних умовах реалізувати свою продукцію за рахунок зниження транспортних витрат і оперативного управління. Господарства, створені або реорганізовані в сучасних умовах, особливо у рамках реалізації різних державних програм, також мають потенціал до інтенсивного типу ресурсозберігаючих технологій за рахунок фінансового забезпечення і підтримки інноваційних проектів з боку держави.

В той же час слід зазначити, що невеликі підприємства не прагнуть до реалізації інтенсивних технологій, оскільки можуть мати труднощі із збутом готової продукції, технічним забезпеченням вживаної технології, а також ряд інших проблем. Для них найбільш прийнятним сьогодні являється спрощений тип ресурсозберігаючих технологій. Крім того, господар-

ства, де основна спеціалізація не відноситься до молочного напрямку, або що мають недостатній технічний потенціал цієї галузі, можуть взагалі не приділяти уваги агроіноваціям, а застосовувати традиційний тип прив'язного утримання з доїнням в молокопровід. Висока прибутковість від реалізації продукції інших галузей здебільшого перебиває усі витрати навіть при збитковому молочному скотарстві. Отже, потенціал і, як наслідок, тенденції до застосування тих або інших інновацій залежать від безлічі взаємопов'язаних між собою чинників і умов. Негативні прояви деяких чинників компенсуються певними позитивними моментами або вимагають застосування організаційно-економічних важелів, що має на увазі побудову механізму ефективного застосування того або іншого типу ресурсозберігаючих технологій на основі чіткого уявлення про можливість конкретного сільськогосподарського підприємства.

Світовий і вітчизняний досвід розвитку молочного скотарства показує, що в основі застосування ресурсозберігаючих технологій лежить науковий і системний підходи, які припускають облік чинників і умов, що впливають на процес виробництва, їх взаємозв'язків. Відмітимо, що разом з усіма інноваційний технологічний процес є найважливішим складовим елементом, навколо якого будуються усі організаційно-економічні взаємини на підприємстві.

Для забезпечення раціонального використання наявних ресурсів і впровадження інноваційних ресурсозберігаючих технологій в господарствах галузі молочного тваринництва необхідно розробити організаційно-економічний механізм, що забезпечує створення необхідних умов для їх застосування. У наукових джерелах, присвячених розробці організаційно-економічного механізму, є різні визначення, які зрештою зводяться до головного, - це система стосунків, що виникає в процесі виробничої діяльності і, що представляє сукупність організаційних і економічних методів, регульованих правовими нормами, забезпечує створення необхідних умов реалізації інноваційних технологій в тваринництві [4, 5].

*Висновок.* Потенціал і, як наслідок, тенденції до застосування тих або інших інновацій залежать від безлічі взаємопов'язаних між собою чинників і умов. Негативні прояви деяких чинників компенсуються певними позитивними моментами або вимагають застосування організаційно-економічних важелів, що має на увазі побудову механізму ефективного застосування того або іншого типу ресурсозберігаючих технологій на основі чіткого уявлення про можливість конкретного сільськогосподарського підприємства. Забезпечення підвищення ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві за допомогою правильної реалізації організаційно-економічного механізму використання інноваційних технологій в тваринництві потребує комплексного розвитку системи умов і чинників сільськогосподарського виробництва, які за своєю природою дуже різноманітні і численні, взаємозв'язані і взаємообумовлені, змінюються в часі, впливають на явища і процеси і самі піддаються впливу в результаті соціально-економічного розвитку.

#### Література

1. *Болтянська Н.І.* Система чинників ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві на підприємстві / *Н.І. Болтянська* // Науковий вісник ТДАТУ: Електронне наукове фахове видання. – Мелітополь: ТДАТУ, 2016.— Вип.6. Т.1. – С. 55-64.
2. *Болтянська Н.І.* Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві / *Н.І. Болтянська, О.В. Болтянський* // Праці ТДАТУ.- Мелітополь: ТДАТУ, 2016. – Вип. 16. Т.2. – С. 153-159
3. *Скляр О.Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
4. *Скляр О.Г.* Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська.* – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.
5. *Болтянская Н.І.* Анализ основных направлений ресурсосбережения в животноводстве / *Н.І.Болтянська, О.В. Болтянський* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2016. Vol.18. No13, b.-P.49-54.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ОПРИСКУВАЧА ОП-2000 ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ВИНОГРАДУ

**Бондаренко А.І., 22САІ.**

*Науковий керівник*

**Мітков В.Б., к.т.н., доц.,**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

**e-mail: mitkofbg@gmail.com**

*Переобладнання оприскувача ОП-2000 для можливості обробки насаджень винограду*

**Постановка проблеми.** В даний час за допомогою обприскування в сільському господарстві вноситься понад 75 % всіх застосовуваних пестицидів. Це здійснюється за допомогою вентиляторних обприскувачів. На Україні широкого поширення набули обприскувачі Львівського заводу "Сільмаш", а також виробництва Угорщини, Німеччини, Італії.

Обприскування є одним з основних способів застосування пестицидів для захисту сільськогосподарських культур. Він полягає в нанесенні на поверхню рослин, комах, ґрунту розпиленних пестицидів або їх робочих рідин: розчинів, суспензій, емульсій. Розрізняють звичайне, малооб'ємне та ультрамалооб'ємне обприскування [1].

Важливе значення для господарств має обприскувач, який міг би агрегатуватися з усіма тракторами, що використовуються для механізації технологічних процесів. При цьому обприскувачі для садівництва та виноградарства відрізняються від аналогічних механізмів для загального землеробства: через обмеженість простору для маневрів вони мають компактні розміри та малий радіус розвороту. На ринку обприскувачів для садівництва і виноградарства в Україні представлені такі машини європейських і американських виробників, а також вітчизняного виробництва [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Аналізуючи конструкцію та технічні характеристики обприскувача вентиляторного ОПВ-2000, який застосовується в господарстві для хімічного захисту винограднику від шкідників та хвороб. Було з'ясовано що, дана конструкція обприскувача більш орієнтована на обробку багаторічних високорослих насаджень, тобто садів. За рахунок цього при використанні його на міжряддях винограду відбуваються збільшені затрати робочої рідини, що в свою чергу призводить до збільшення економічних затрат на захист рослин, та в свою чергу впливає не в кращу сторону на навколишнє середовище.

**Мета роботи.** Підвищення якості обробки насаджень винограду, зниження витрати отрутохімікатів і енергоємності технологічного процесу обприскування.

**Основні матеріали дослідження.** Запропонована модернізація виконана з метою спрямування потоку гербіцидів виключно на листя винограду і тим самим призводить до зменшення витрат робочої рідини на 1 га. Та збільшення робочої швидкості без втрати якості обробітку листви винограду.

Розрахунок кількості форсунок

Обробка виноградників проводиться обприскувачем ОПВ-2000, та трактора МТЗ-80 з нормою витрати робочої рідини  $Q = 150$  л/га [3]. Швидкість пересування агрегату  $V = 7,2$  км/год. Ширина міжрядь  $B = 3$  м. Для обробки застосовуємо розпилювачі з діаметром вихідного отвору 1,5 мм при тиску 5 атм. По таблиці 1 визначається витрата рідини через один розпилювач при тиску 5 атм  $q = 0,5$  л/хв [4].

Для визначення кількості та розміру встановлюваних форсунок необхідно визначити наступне:

- норму витрати отрутохімікатів;

$$Q_{\text{сух}} = 7,2 \cdot 3 \cdot 0,5 = 10,8 \text{ кг/га}$$

Таблиця 1 – Витрата рідини через розпилювач

Робочій тиск, атм.	Марка розпилювача та діаметр вихідного отвору, мм				
	Н 059.010 1,0	Н 059.020 2,0	ОПВ 4002 2,0	ОПВ4003 2,0	ОПВ4004 2,0
Витрата рідини, л/хв					
5	0,5	1,6	2,8	3,3	6,8
10	1,2	2,3	3,5	4,7	10
15	2,5	3,6	3,8	5,6	11
20	2,8	3,7	4,8	6,8	13

- оптимальну кількість розпилювачів, приймаємо 10 шт;

$$n = \frac{7,2 \cdot 3 \cdot 150}{600 \cdot 0,5} = 10,8$$

- розрахунок резервуарів приймаємо  $D = 0,8$  та  $V = 0,9 \text{ м}^3$ ;

- хвилинна витрата робочої рідини;

$$g' = \frac{7,2 \cdot 3 \cdot 100}{600} = 3,6 \text{ л/хв.}$$

- час руху агрегату в загоні;

$$t_z = \frac{1000}{120} = 8,3 \text{ хв.}$$

- витрата гербіцидів на один прохід агрегату;

$$Q = 3,6 \cdot 8,3 = 29,9 \text{ л}$$

- кількість проходів з однією заправкою;

$$n = 10^4 \cdot \frac{1000}{29,9 \cdot 3 \cdot 1000} = 110$$

- хвилинна витрата рідини через один розпилювач.

$$g = \frac{7,2 \cdot 3 \cdot 64}{600 \cdot 10} = 0,23 \text{ л/хв.}$$

**Висновок.** Виходячи з табличних даних довідкового матеріалу по регулюванню оприскувача та хвилиної витрати робочої рідини через один розпилювач, підбираємо дефлекторний розпилювач, діаметр вихідного наконечнику 1,0 мм з хвилиною витратою рідини 3 л при тиску 0,2 МПа. Кількість розпилювачів 10 шт.

#### Список використаних джерел.

1. Обприскувачі. Інтернет ресурс: <https://svyatik.org/svarka-60994.html>.
2. Сучасні обприскувачі для садів і виноградників. Інтернет ресурс: [http://www.agritech.com.ua/pdf/1\(38\)03\\_2017.pdf](http://www.agritech.com.ua/pdf/1(38)03_2017.pdf).
3. Агротехнические требования на опрыскиватель прицепной. М.: Сельхозиздат, 1985. – 3 с.
4. Механизация химической защиты растений П.А. Догода, С.С. Воложинин, Н.П. Догода. - Симферополь.: «Таврия», 2000. - 140 с.

## ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ, СТАНЦІЇ ТА ПІДСТАНЦІЇ .....	3
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ЗАХИСТУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ ВІД .....	4
Федькін В.А., Чебанов А.Б.	
ДОСВІД КРАЇН ЄВРОСОЮЗУ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ .....	6
Власенков О.А., Постол Ю.О.	
ДОСВІД РОЗВИНУТОЇ КРАЇНИ ЯПОНІЇ ЩОДО ДОСЯГНЕННЯ ВИСОКОГО РІВНЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ.....	9
Кузьмін О.І., Постол Ю.О.	
МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ У СФЕРІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ .....	11
Мамонтов Р.В., Постол Ю.О. ....	
НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПОЛІТИКИ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ В МІЖНАРОДНІЙ ПРАКТИЦІ .....	14
Хлепітько В.В., Постол Ю.О.	
РЕАЛІЗАЦІЯ ПОЛІТИКИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ .....	17
Закревський Д., Постол Ю. О.	
СИСТЕМА ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВИХЛОПНИХ ГАЗІВ.....	20
Сідельников Б., Дубініна С.В.	
ШТУЧНИЙ ФОТОСИНТЕЗ – АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА МАЙБУТНЬОГО .....	22
Щербаков С.В., Речина О.М.	
СЕКЦІЯ 2. ДІАГНОСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ	24
АНАЛІЗ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛЬНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ .....	25
Клик А. В., Закревський Д. Д., Адамова С. В.	
АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ .....	27
Мінкін О.В., Понятих М.О., Попова І.О.	
ВПЛИВ НЕСИМЕТРІЇ СТРУМІВ У ТРИФАЗНИХ КОЛАХ І ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ.....	30
Мінкін О.В., Понятих М.О., Попова І.О.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА ШВИДКІСТЬ ТЕПЛООВОГО ЗНОСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	33
Шарапов О.С., Квітка С.О.	
ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСАДИБНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ .....	36
Вдовін Б., Ковальов О.В.	

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ МАГНІТОПРОВОДУ І МЕХАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	39
Мамонтов Р.В., Вовк О.Ю.	
СУШКА ОБМОТОК ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФРАЧЕРВОНИХ ПРОМЕНІВ.....	42
Хлепiтько В.В., Адамова С. В.	
 <i>СЕКЦІЯ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ</i> .....	44
 АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕРНОСУШАРКИ НА ЗЕРНОПУНКТІ .....	45
Уколов К.С., Постнікова М.В.	
БОРОТЬБА З ЕФЕКТОМ МІЛЛЕРА В СХЕМАХ КЕРУВАННЯ З MOSFET ТА IGBT ТРАНЗИСТОРАМИ.....	47
Вдовiн Б.В., Курашкін С.Ф.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ ДЛЯ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ .....	48
Олійник В.Ю., Присяжнюк О.І, Нестерчук Д.М.	
ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» .....	51
Іванова Д. В., Діордієв В.Т.	
МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ НОРМУВАННЯ ШТУЧНОГО ОПРОМІНЕННЯ НАСІННЯ І РОСЛИН У ЗАХИЩЕНОМУ ҐРУНТІ.....	53
Щербiнін О.Е., Чернецький В.А., Попрядухiн В.С.	
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПУСКУ ПРИВОДНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПРИ ОБМЕЖЕННІ ШВИДКОСТІ ЗРОСТАННЯ ПРИКЛАДЕНОЇ НАПРУГИ .....	56
Облещенко А.Д., Томiлко Ю.С., Квітка С.О., к.т.н.	
ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ СТАНКА ДЛЯ НАМОТУВАННЯ ТОРОЇДАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....	59
Бобoшко С.С., Кошель Є.М., Адамова С. В.	
РОЗРОБКА SCADA ПРОЕКТУ ПРОЦЕСУ ВТОРИННОЇ ОЧИСТКИ ЗЕРНА .....	61
Бeбешко Є., Сiлi І. І.	
РОЗУМНИЙ БУДИНОК .....	63
Бiляєва А., Кашкаръов А.О.	
СИНХРОННИЙ ВИПРЯМЛЯЧ.....	65
Сiдельников Б.Ю., Курашкін С.Ф.	
СИСТЕМА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ АВТОМАТИЗАЦІЇ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» .....	66
Струков В., Сабо А. Г.	
 <i>СЕКЦІЯ 4. ПРОЦЕСИ, МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ В АПК</i> .....	68
 ДОСЛІДЖЕННЯ ОПАЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМИ СВИНАРНИКІВ .....	69
Компанієць Д.О., Болтянська Н.І.	

ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК.....	71
Мендель М.Є., Болтянська Н.І.	
ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НАВАНТАЖУВАЧА ТЮКІВ .....	74
Шиленко А.С., Мітков В.Б.	
ДОЦІЛЬНІСТЬ ПЕРЕОБЛАДНАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГУНА НА ГАЗОВЕ ПАЛИВО .	76
Біловодський Д. М., Мітков В.Б.	
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗЕРНООЧИСНИХ МАШИН.....	78
Клименко М.В., Постнікова М.В.	
ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР В СКЛАДІ БОРОНИ РОТАЦІЙНОЇ ПРУЖИННОЇ.....	80
Рудь В.О., Кувачов В.П.	
ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ У СКЛАДІ ФРЕЗЕРНОЇ МАШИНИ З ВЕРТИКАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ.....	82
Сімонова А.Є., Кувачов В.П.	
ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ПРУЖИННОЇ БОРОНИ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ.....	84
Шепілов В.А., Кувачов В.П.	
ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ РОТАЦІЙНОЇ БОРОНИ ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКА .....	87
Подрезов В.І., Кувачов В.П.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КОМБІНОВАНИХ МТА ПРИ ЗБИРАННІ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ .....	90
Очеретнюк Д.В., Ігнат'єв Є.І.	
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТІВ У СКЛАДІ КУЛЬТИВАТОРА "УРОЖАЙ" ВИРОБНИЦТВА ТОВ «ОРІХІВСІЛЬМАШ».....	93
Хілько В.С., Кувачов В.П.	
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ КОМПЛЕКТУВАННЯ АГРЕГАТУ У СКЛАДІ КУЛЬТИВАТОРА ALTAIR-8,4 ВИРОБНИЦТВА ПАТ «ЕЛЬВОРТІ» .....	95
Турчин Р.О., Кувачов В.П.	
ТЕХНОЛОГІЇ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ В МОЛОЧНОМУ СКОТАРСТВІ .....	97
Дімітров Д.О., Болтянська Н.І.	
УДОСКОНАЛЕННЯ ОПРИСКУВАЧА ОП-2000 ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ВИНОГРАДУ .....	99
Бондаренко А.І., Мітков В.Б.	
ЗМІСТ .....	101

