

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**

V Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції  
молодих учених, магістрантів та студентів  
за підсумками наукових досліджень 2017 року  
**«ПРОБЛЕМИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»**

Випуск V



Мелітополь, 2018

Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної Інтернет-конференції молодих учених, магістрантів та студентів за підсумками наукових досліджень 2017 року «Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів» - Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – Випуск V. – 185 с.

До збірки ввійшли матеріали учасників науково-технічної Інтернет-конференції студентів та магістрантів за підсумками наукових досліджень 2016 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

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

**СЕКЦІЯ 1.  
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ І ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ**

УДК 631.547.03

## ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ

Дудіна М.П., М1 курс

e-mail: dudinamariatl@gmail.com

Гулевський В.Б., к.т.н., доцент

e-mail: v\_gul@meta.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Стаття присвячена аналізу методів і засобів передпосівної стимуляції насіння*

**Постановка проблеми.** Підвищення врожайності сільськогосподарських культур та виробництво достатньої кількості екологічно чистої продукції є актуальним питанням як в Україні, так і в усьому світі. Проблема забезпечення потреби країни продуктами харчування вимагає збільшення виробництва в умовах постійного зменшення придатних аграрних угідь. Значна частка сільськогосподарської продукції рослинництва (близько 25–30 %) втрачається за рахунок неякісного посівного насіння [1], понад 30 % посівного матеріалу є непридатним для посадки за рахунок низької схожості і недостатньої енергії проростання [2].

Часткове вирішення цієї проблеми лежить у площині впровадження сучасних, економічно вигідних, енергозберігаючих та екологічно безпечних технологій передпосівної стимуляції насіння. На даний час для передпосівної обробки насіння широко застосовуються переважно хімічні засоби, які передбачають його протруювання фунгіцидами або інсектофунгіцидами контактної або системної дії із зволоженням, іноді з додаванням плівкоутворювачів [1]. Але разом з досягненням позитивних результатів, використання хімічних засобів захисту рослин має ряд негативних наслідків, серед яких забруднення навколишнього середовища отрутохімікатами і їх накопичення як у ґрунті, так і у продукції рослинництва, трудомісткість під час виконання робіт та тривалий період дегазації виробничих приміщень.

Розробка нових та удосконалення існуючих методів і засобів передпосівної стимуляції насіння, які були б універсальними, недорогими, конструктивно і технологічно простими, екологічно чистими, являє собою важливу науково-практичну задачу, вирішення якої покращить процес виробництва продукції рослинництва. Все більше уваги приділяється фізичним методам обробки, серед яких слід виділити електромагнітні поля різних діапазонів, рентгенівське випромінювання, ультрафіолетове і оптичне випромінювання (особливо лазерне червоне випромінювання з  $\lambda = 632,8$  нм), інфрачервоне випромінювання, електричне поле коронного розряду, ультразвук, дія. Зокрема, до перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур належить дія електричного поля високої напруги. Та незважаючи на ряд переваг, енергоємність процесу та вузькі межі застосування перешкоджають широкому впровадженню цих технологій.

Тому досить актуальним залишається питання розробки та впровадження електротехнологічних установок для передпосівної обробки насіння в сильних електричних полях, які дозволяють при мінімізації енергетичних затрат досягти підвищення врожайності.

**Аналіз останніх досліджень.** Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності електрофізичної обробки насіння сільськогосподарських культур на основі застосування електричних полів високої напруги вимагає комплексного вирішення ряду актуальних теоретичних і практичних задач, що забезпечить підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Застосування електричних полів високої напруженості розвивається в декількох напрямках, основними з яких є: передпосівна обробка насіння, обробка при зберіганні та переробці, вплив на рідини і живильні розчини [3,6-7]. Відомі дослідження, в яких використання електричного поля високої напруженості, під дією якого, крім дії електричного струму, що проходить через насіння і стимулює ростові процеси, у повітряних включеннях зернової маси відбуваються часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами. В резуль-

тат чого, у всьому об'ємі зернової маси, що знаходиться між електродами, утворюється озон, який відомий своїми бактерицидними властивостями та ефективно впливає на шкідливу мікрофлору зерна [4].

**Мета статті.** Розглянути методи і засоби передпосівної стимуляції насіння електричним полем високої напруги.

**Основні матеріали досліджень.** Як показує аналіз науково-технічної літератури, одним із перспективних напрямів у підвищенні врожайності овочевих і зернових культур є застосування високо інтенсивних фізичних чинників, що генеруються електрофізичними методами. Проведений аналіз показав, що обробка насіння дією електричного поля високої напруги позитивно впливає на схожість і зріст рослин. Зокрема рання схожість насіння, що є основним критерієм оцінки якості посівного матеріалу, у свою чергу, призводить до зменшення часу вегетації рослин, а стимуляція обмінних процесів дозволяє одержувати добре розвинені рослини, що в підсумку збільшує врожай та допомагає одержати його в скорочені строки. Обробка в електромагнітному полі дає можливість досить швидко і просто здійснювати контроль режимів обробки, автоматизувати процес.

Вплив на насіння електричних полів можна розділити на фізичні та біологічні методи. Фізичний вплив застосовується для зміни просторового положення насіння при сепарації, яке досягається створенням сильних електричних полів, в результаті чого починають проявлятися в тому числі і коронні процеси. Біологічний вплив призначене для поліпшення посівних якостей насіння, а також для придушення патогенної мікрофлори [5].

Обробка насіння в електричному полі високої напруги (полі коронного розряду) базується на двох групах факторів:

- вплив на фізичні процеси безпосередньо в насініні, що призводить до біологічного стимулювання;
- вплив на мікроорганізми, які знаходяться на поверхні насіння, з метою знешкодження їхньої згубної діяльності.

При обробці насіння в електричному полі високої напруженості з метою стимуляції ростових процесів чи знешкодження поверхневої мікрофлори, насіння, що обробляється, знаходиться в камері обробки між високовольтними електродами й являє собою частину електродної системи. Тому, крім фізичних параметрів зернової маси (вологість, температура), на режимні параметри, а відповідно і результат обробки суттєво впливатимуть геометричні параметри (форма та розміри зернин).

У дослідженнях на зернових, овочевих, кормових культурах було виявлено, що короткочасний вплив високовольтного коронного розряду призводить до прискорення проростання насіння як в лабораторних, так і в польових умовах. Енергія проростання збільшується на 5-22%, зростає число рослин, які дожили до врожаю. Відзначено, що на початку росту рослини з обробленого насіння на 5-7 діб випереджають у розвитку паростки з необроблених насіння, і таке випередження зберігається протягом усього вегетаційного періоду. Вважається, що в основному на енергію проростання і підвищення польової схожості насіння при такій обробці позитивно впливає їх поверхнєве знезараження, яке обмежує поширення і ступінь розвитку борошнистої роси, бурої іржі, корневих загнивань та інше.

**Висновки.** Проведений аналіз дозволив встановити, що передпосівна обробка насіння необхідна для зміни структури біомаси і її хімічного складу. При обробці насіння в електричному полі високої напруженості на 20–27 % покращується процес поглинання води і поживних речовин; на 17–22 % підвищується схожість; на 14–16% підвищується енергія росту; зменшується час вегетації рослин. Внаслідок такої стимуляції можна отримати прибавку врожаю на 10-12%, знищити насінневу інфекцію, збільшити енергію проростання і схожість насіння, підвищити опірність рослин до грибних і бактеріальних захворювань.

**Список використаної літератури:**

1. Березін О. В. Ефективне функціонування сільськогосподарського виробництва / О. В. Березін // Економіка АПК. – 2010. – № 2. – С. 26–31.
2. Адамень Ф. Состояние и направления развития семеноводства в Украине / Ф. Адамень // Междунар. с.-х. журнал. – 1997. – №2. – С. 49–50.
3. Берека О.М. Обробка насіння сільськогосподарських культур у сильних електричних полях / О.М. Берека // Зб. наук. праць Уманського аграр. ун-ту. – 2008. – Вип. 69, ч.1. – С. 34 – 40.
4. Батыгин Н.Ф. Биологические основы предпосевного облучения семян и зоны ее эффективности / Н.Ф. Батыгин // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – Вып.4. – С. 495–504. Перспективы использования факторов воздействия в растениеводстве / [Батыгин Н.Ф., Потапова С.М., Кортава Т.С. и др.]. – М.: ГВНИИТЭИСХ, 1978. – 56 с.
5. Применение электрического поля коронного разряда для стимулирования и обеззараживания посевного материала / Спиров Г.М., Савосин С.В., Лукьянов Н.Б. [и др.] // Высокоинтенсивные физические факторы в биологии, медицине, сельском хозяйстве и экологии: тр. междунар. конф., 26–28 апреля 2004 г. – Саров, 2004. – С. 278–284.
6. Разработка электрофизических способов и аппаратуры для стимулирующей обработки семян и растений / Спиров Г.М., Селемир В.Д., Верховя А.Ф. [и др.] // Машинные технологии и новая сельскохозяйственная техника для условий евро-северо-востока России: материалы II междунар. науч.-практ. конф., 20-23 июня 2002 г. – Киров, 2000. – С. 44–55.
7. Гулевский В. Б. Влияние электротехнологических методов при электробиостимуляции растений. /В. Б. Гулевский, Ю. А. Постол, М. П. Дудина. // Материалы междунар. науч.-практ. конф «Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК», 23-24 ноября, 2017 г. – Минск, БГАТУ, агроэнергетический факультет, 2017.

УДК 621.316.9

## ІСТОРІЯ ВИНАХОДУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ

**Зенюхов І.А., 4 курс**

**e-mail: dreamsmoke9@gmail.com**

**Вороновський І.Б., к.т.н., доцент**

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

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В статті зроблена спроба показати, що поряд з відомими і детально описаними в історико-технічній літературі проектами двигуна внутрішнього згорання існував ще один, маловідомий його варіант.*

**Актуальність дослідження.** Технічні науки являють собою вельми своєрідний, що немає аналогів, феномен культури. Виникнувши у відповідь на запити предметно-трудової практики, вони на протязі всієї своєї історії зберігають найтісніший зв'язок із суспільним виробництвом.

З іншого боку, формування і становлення технічних наук органічно пов'язане з прогресом наук природничих, насамперед фізики і хімії. Саме такий зв'язок яскраво можна продемонструвати на етапах: проектування (креслення), підбору матеріалів з певними властивостями (фізика), проведення необхідних розрахунків (математика), виготовлення макету (моделювання), виготовлення деталей (виробництво), вибір пального (хімія) – створення двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ).

Оскільки вивчення теплових двигунів передбачається програмами з фізики як середніх загальноосвітніх так і ВНЗ, а тим більше професійних коледжів, які готують фахівців з експлуатації машин на базі ДВЗ, то можливість збагачення навчального матеріалу відповідним історичним супроводом поживає навчальний процес, підсилює інтерес до предмета вивчення, що й може свідчити про актуальність даного дослідження.

**Мета статті.** Відновити історичну справедливість щодо введення імен французьких винахідників ДВЗ – братів Ньєпсів – у сучасну канву історії науки і техніки.

Завдання дослідження полягало в опрацюванні ранніх праць класиків у галузі історії теплотехніки та архівних документів, що стосуються винаходу ДВЗ.

**Виклад основного матеріалу.** В уявленнях сучасних учнів і студентів ДВЗ – це втілення винахідників, наукової і конструкторської думки другої половини ХІХ сторіччя. Дійсно, якщо вести мову про кінцеве втілення і практичне застосування такого двигуна, то це буде саме так. Проте, кожному, хоч трохи знайомому з історією великих технічних винаходів, добре відомо, що упровадженню їх у практику передує, як правило, період, коли думки винахідників і конструкторів, намітивши основний принцип роботи майбутньої машини, тривалий час напружено шукають можливості його втілення. Особливо така ситуація спостерігалася у той час, коли машинна індустрія робила свої перші кроки.

Техніка, як основа предметно-трудої діяльності сторіччями базувалася на донауковому технічному знанні рецептурного характеру, перш за все на накопиченому методом проб і помилок трудовому досвіді багатьох поколінь майстрів-умільців. Подібна ситуація зберігалася декілька сторіч, вона не зазнала помітних змін і в перші десятиріччя промислової революції. Історико-науковий аналіз показує, що в основі винаходів і технічних новацій тієї пори (навіть таких відносно складних як універсальна парова машина) лежав технічний досвід, здібності і хист механіків-винахідників, але не наукові знання в їх теперішньому трактуванні.

В історії ДВЗ період втілення задуманого в реальну машину розтягнувся на декілька десятиріч. Одна з перших його конструкцій була запропонована французькими винахідниками братами Клодом (1763-1828 р.р.) і Жозефом Нісефором (1765-1833 р.р.) Ньєпсами в кінці ХVІІІ і на початку ХІХ сторіччя (патент на цей двигун був отриманий ними у 1807 році).

Історична справедливість вимагає відзначити, що у братів Ньєпсів були попередники. Так, англієць Стріт (англійський патент № 1938, 1794 р.) запропонував двигун, який складав-

ся із циліндра з поршнем. На дно циліндра наливалася летка рідина (терпентин або спирт). При нагріванні ця рідина випаровувалася і змішувалася з повітрям. Отримана таким чином горюча суміш спалахувала і підкидала поршень вгору. Француз Лебон, який у 1799 році запатентував винахід світильного газу, в іншому патенті пропонував стискати газ і повітря окремими насосами і змішувати їх у спеціальній камері. Суміш повинна була спалахувати в циліндрі двигуна від іскри електростатичної машини.

Проте в наявних історичних документах і архівах братів Ньєпсів немає свідчень щодо їх знайомства з вищеназваними роботами, тобто їх розробки можна вважати оригінальними, що й було засвідчено відповідним патентом.

На розгляд головної наукової установи Франції того часу – Інституту Франції – брати Ньєпси подали «Записку про піреолофор, або нову машину, рушійним началом якої є повітря, що розширюється вогнем, з додатком описуваного мемуару, складеного за кресленнями цієї машини».

Варто відзначити, що до складу фізико-математичного класу цього Інституту входили такі відомі вчені, як Лагранж, Лаплас, Лежандр, Монж, Лазар Карно (батько Саді Карно), Бертолле та ін. Експертами по записці Ньєпсів Інститут призначив Л.Карно і К.Л.Бертолле. 17 листопада 1806 р. доповідь по записці зробив Л.Карно, який дав високу оцінку двигуна братів Ньєпсів.

Що ж являв собою піреолофор (це слово складається з трьох грецьких слів: пір – вогонь, еоло – вітер або розширення, фор – несучи, виробляю) до того часу, коли винахідники подали записку про нього до Інституту Франції?

Про свою машину брати Ньєпси писали так: «Займаючись пошуком фізичної сили, яка могла б бути рівною силі парових машин і при цьому не вимагала б таких громіздких приладів, і особливо не поглинала стільки палива, ми допустили, що нашим вимогам міг би задовільнити розширюваний вогнем атмосферний газ (повітря)...якщо...[ця субстанція] буде раптово пронизана у замкнутій посудині полум'ям надзвичайно горючої речовини, змеленої до стану дуже мілкового порошку і розсіяного по всьому об'єму цієї посудини, то вона розвине надто велику енергію і вдіє щось подібне до вибуху, співмірного з опором тих перешкод, які він повинен подолати» [2, с.70-73]. Ці слова не залишають сумніву в тому, що це був проект ДВЗ.

Відразу після встановлення принципової можливості створення такого двигуна перед винахідниками постала проблема вибору необхідного пального. Це були тривалі експерименти з різними речовинами, серед яких були: лікоподій (порошок із спор сухого плавуну), порошки із різних співвідношень кам'яного вугілля і вару, з твердого асфальту тощо. В решті-решт винахідники дійшли висновку про доцільність застосування для цієї мети нафти.

Встановивши дослідним шляхом правильність своїх висновків, винахідники зробили спробу дати пояснення деяким процесам, що відбувалися в їхньому двигуні. Вони писали: «Дійсність підтвердила наше припущення: воно відповідало міцно усталеним принципам горіння. Насправді, незалежно від сильного розширення повітря, викликаного швидким вивільненням тепла, там відбувалося розкладання кисню і отримання вуглекислого газу, як при спалаху рушничного пороху, з тією лише різницею, що кисень, який входить до складу пороху у твердому вигляді, тут знаходиться у газоподібному стані. У нашому досліді цей процес представляє дві різко виражені переваги: перша полягає у надзвичайному розширенні повітря, друга – у збільшенні повної дії завдяки утворенню і розширенню вуглекислого газу» [2, с. 70-73].

Значний інтерес являють спостереження винахідників над циклом дії піреолофора. З цього приводу вони писали: «Виникло чимало труднощів при спробах досягти правильної дії сили, яка повинна була неперервно припинятися і відновлюватися знову». Мова по суті йшла про вивчення циклу дії двигуна. Цікаво відзначити, що винахідники розкладали роботу двигуна на чотири, як ми тепер кажемо, такти, в яких можна углядіти відому аналогію із запропонованим у 1862 р. Бо де Роша проектом чотирьохтактного двигуна, здійсненого Отто у 1878 р. Як писали винахідники, «необхідно було: вводити постійно рівний заряд пального,



щоб розрідження було завжди однаковим». Цей такт можна признати подібним до першого такту двигуна Отто – всмоктування суміші. Другий такт у піреолофорі полягав у необхідності «вводити це пальне з певною обережністю, оскільки воно не повинне падати всією масою і повинне також надто розсіюватися». У Отто другим тактом було стиснення суміші. Третій такт, який відбувався в піреолофорі, полягав у тому, щоб «своєчасно вводити і належним чином розташовувати полум'я, на яке необхідно спрямовувати пальне»; це по суті здійснення запалювання, ідентичне третьому такту Отто. Нарешті четвертий і останній такт двигуна Ньєпсів полягав у необхідності відновлювати «...кожний раз повітря, зіпсоване горінням», тобто тут були елементи й останнього такту Отто, який полягав у виштовхуванні газів, що залишалися після згорання, й першого, який полягав у всмоктуванні [2, с. 70-74]. Таким чином, винахідники фактично передбачали діаграму газорозподілу, де останні елементи вихлопу перекривалися початком всмоктування.

Цікавим є той факт, що спочатку брати Ньєпси займалися дослідженнями в області фотографії, тобто області зовсім далекій від принципів роботи ДВЗ. Вони навіть були винахідниками першого фотографічного процесу, названого ними «геліографією». Цей процес полягав у фіксації зображення в камері-обскурі на металевій (мідно-посрібненій) пластинці, покритій шаром асфальту, розчиненого в лавандовому маслі. Зміна дослідницьких інтересів братів відбулася у 1794 р., коли вони демобілізувалися – Клод з революційної армії, а Нісефер – з флоту. Тобто це свідчить про наступне, що не будучи професійними механіками, а головне не володіючи необхідним досвідом для побудови свого двигуна, винахідники, яким попутно із здійсненням проекту необхідно було вирішувати низку дуже складних технічних задач (конструювання системи запалювання, схеми передачі руху і виготовлення відповідного рушія та ін.), повинні були, як здавалося, потерпіти неминучу поразку вже при перших спробах (чому є далеко не поодинокі підтвердження в історії техніки). Проте, як не фантастичним це здається, але їм вдалося продемонструвати дію свого двигуна. Винахідники відзначали: «Серед різних, більш або менш вигідних застосувань цього винаходу нам видалося цікавим його застосування на допоміжних або буксирних суднах; на цьому ми і зупинилися (мабуть тут зіграв роль досвід служби на флоті брата Нісефера – І.К.). Ми побудували невелике судно довжиною семи з половиною футів (~ 2,3 м - І.К.), загальною вагою біля дев'яти квінталів (~440 кг – І.К.). Заряд складає десять гранів (~0,6 г – І.К.); число пульсацій 12 за хвилину; судно рухається поперемінною дією зворотного потоку і реакцією води і піднімається по Соні зі швидкістю, яка майже удвічі перевищує швидкість течії» [2, с.70-74]. Варто зазначити, що зважаючи на наведений опис руху їхнього експериментального судна та креслень, які додавалися до патенту, його рушієм повинен був бути «водомерний пристрій».

Але винахідники не обмежилися пропозицією використовувати піреолофор у якості двигуна річкових суден. Вони запропонували застосовувати його і для інших цілей: «Розташування нашої машини, – писали вони, – природно дає можливість користуватися нею також для підйому води на велику висоту, або приводячи її у дотик з розширюваним повітрям, або з допомогою насоса як у вогневій машині. Є деякі підприємства, в яких цей новий двигун буде мати велике застосування. Може бути, що навіть можливо було б застосувати його для пересування екіпажів з силою і швидкістю, які перевищують силу і швидкість тварин, і тоді зрозуміло, яка вийде перевага, головним чином з боку економії» [2, с. 70-74].

Першим із вчених, які звернули увагу на піреолофор, був знаменитий Ніколя-Леонард-Саді Карно (1796-1832р.р.). Він був третім сином згадуваного вже Лазара Карно. Вважається, що основною заслугою С.Карно є те, що складаючи свій знаменитий трактат «Роздуми про рушійну силу вогню», він описав роботу не лише парової машини, а й «поставив питання відносно теплових двигунів взагалі» [3, с.33]. При цьому він зробив низку важливих зауважень щодо ще не здійснених на той час ДВЗ. Зокрема він підкреслював: «Використання атмосферного повітря для розвитку рушійної сили тепла на практиці виявить величезні труднощі, але може бути не непереборні; якщо їх можна буде перемогти, то повітря виявить великі переваги перед водяною парою» [4, с.60]. У цьому місці своєї роботи С.Карно зробив наступну важливу примітку: «Серед спроб розвивати рушійну силу вогню за допо-

могою атмосферного повітря варто відмітити спробу панів Ньєпсів, зроблену ними декілька років тому назад у Франції...» [4, с.60]. Таким чином, С.Карно дуже високо оцінив новий принцип дії двигуна братів Ньєпсів.

Але ще більш примітні думки С.Карно, які прямим чином пов'язані з двигуном Ньєпсів, містяться у наступних словах тієї ж примітки: «Нам здавалося б більш вигідним діяти не як пани Ньєпси, а спочатку стиснути повітря насосом, а потім пропустити його через цілком замкнуту топку (тепер її називають камерою згорання - І.К.), вводячи туди маленькими порціями паливо за допомогою спеціального пристосування, яке легко виготовити; потім заставити повітря виконати роботу в циліндрі з поршнем або в будь-якій іншій розширюваній посудині і, нарешті, викинути його в атмосферу або спрямувати до парового котла для використання залишкової температури» [4, с.60].

**Висновок.** Таким чином, аналізуючи роботу двигуна братів Ньєпсів, С.Карно фактично пропонував абсолютно новий принцип ДВЗ, на якому в подальшому була основана робота двигуна, здійсненого німецьким інженером Р.Дизелем. Значну роботу з удосконалення дизельного двигуна, як було здійснено в Україні. Але, як бачимо першопоштовхом до цих всіх наступних розробок був винахід талановитих французьких «механіків-аматорів» – братів Ньєпсів.

#### Список літератури:

1. Шут М.І. Вибрані питання історії фізики: навчальний посібник /М.І.Шут , Н.П.Форостяна [видання 3-є, перероблене, доповнене]. – К.: Вид-во НПУ імені М.П.Драгоманова, 2012. – 239 с.
2. Документы по истории изобретения фотографии. – Труды Архивов АН СССР. Вып. 7. Переписка Ж.Н. Ньепса, Ж.М. Дагера и др. лиц. – М.-Л., 1949. – 562 с.
3. Радциг А.А. Сади Карно и его «Размышления о движущей силе огня». – Архив истории науки и техники. Вып.3./ А.А.Радциг. – М.-Л., 1934. – 304 с.
4. Карно С. Рассуждения о движущей силе огня / С.Карно. – М.: 1923. – 60с.

УДК 537.531:658.382

## ЛЮДИНА І ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ

Варуша Ю.О., 1Е-15

e-mail: yullia99varusha@gmail.com

Миронець С.Д., викладач спецдисциплін

e-mail: mironetssd@gmail.com

ВСП «Мелітопольський коледж ТДАТУ»

*Робота присвячена ознайомленню з електромагнітним випромінюванням та його впливом на людину.*

**Постановка проблеми.** В останні роки внаслідок розвитку технологій організм людини піддається високому рівню впливу електромагнітного випромінювання, що не могло не викликати серйозного занепокоєння в усьому світі.

**Аналіз останніх досліджень.** За останні роки інтенсивного розвитку людина оточила себе різноманітними технічними засобами, більша частина яких є джерелами електромагнітного випромінювання. Неіонізуючі електромагнітні поля і випромінювання оточують людину всюди.

**Мета статті.** Основною метою роботи є поглиблене знайомство з впливом електромагнітного випромінювання на людину та заходами захисту від впливу.

### **Основні матеріали дослідження.**

Електромагнітне випромінювання є результатом взаємодії електричного та магнітного полів. Воно розповсюджується у просторі і завжди оточує нас по при наше бажання у вигляді електромагнітних полів.

Все різноманіття довжин хвиль електромагнітного випромінювання умовно можна розділити на шість діапазонів: гамма-випромінювання; рентгенівське випромінювання; ультрафіолетове випромінювання; видиме випромінювання; інфрачервоне випромінювання; радіохвилі.

Вони різняться між собою: здатність проникати; швидкістю розповсюдження у речовині; видимістю і іншими ознаками.

Явище електромагнітного випромінювання приносить багато користі людині, але не менш значною є і шкода яку воно може нанести людині.

Одним з найбільш поширених джерел впливу електромагнітних випромінювань є комп'ютери, ноутбуки. Всупереч розхожій думці, найбільше випромінювання комп'ютера не з боку монітора, а з боку задньої стінки.

Стільникові телефони передають і приймають сигнали за допомогою електромагнітних полів, які частково поглинаються їх користувачами. Джерело електромагнітного випромінювання зазвичай знаходяться в тісній близькості з головою, ця особливість привела до появи побоювань про можливий несприятливий вплив їх використання на здоров'я людини.

Лінії електропередачі напругою вище 100 кВ - це найпотужніші джерела електромагнітного випромінювання. Високовольтні лінії електропередачі це джерело електричного і магнітного поля, випромінювач коронних розрядів.

Побутові прилади є теж джерелами електромагнітного випромінювання. Якщо деякі з них мають незначне електромагнітне випромінювання, то окремих слід остерігатись.

Дослідження показали, що електромагнітне поле людини видозмінюється під дією інших випромінювань. Це призводить до розвитку, так званої, «радіохвильової хвороби».

Згідно зі статистикою останніх років, близько третини населення схильне до радіохвильової хвороби. Вона проявляється через симптоми, знайомі багатьом: депресія; хронічна втома; безсоння; головні болі; порушення концентрації уваги; запаморочення.

При цьому негативний вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я людини найбільш небезпечний тим, що лікарі до цих пір не можуть його діагностувати.

Кожна з систем органів відреагує на електромагнітний вплив по-різному. Найбільш чутлива до впливу електромагнітних полів на людину центральна нервова система.

Електромагнітне випромінювання має свої негативні прояви.

Так, СВЧ - випромінювання впливає на нервову, серцево-судинну, імунну і репродуктивну системи, в тому числі викликаючи пошкодження нервової системи, змінюючи її реакцію, зміни серцевого ритму і кров'яного тиску, погіршуючи імунітет, викликаючи слабкість, виснаження, проблеми зростання і рак.

Були вивчені твердження про те, що інтенсивний вплив деяких частот електромагнітного випромінювання може бути канцерогенним. Наприклад, «Міжнародний журнал раку» нещодавно опублікував важливе дослідження за методом «випадок-контроль» по зв'язку між дитячою лейкемією і магнітними полями в Японії. Оцінюючи рівень електромагнітного випромінювання в спальнях, вчені підтвердили, що високі рівні впливу призводять до значно більшому ризику захворювання дитячою лейкемією.

Люди з електромагнітною надчутливістю часто страждають від виснаження, яке може вплинути на будь-яку частину організму, включаючи центральну нервову систему, опорно-руховий апарат, шлунково-кишковий тракт і ендокринну систему.

Основними шляхами вирішення проблеми є дотримання всього трьох правил, які треба дотримуватися постійно, щоб знизити вплив електромагнітного випромінювання на здоров'я людини:

- 1) перебувати-якнайдалі від джерел електромагнітного випромінювання. Екран монітора або телевізора небезпечний, якщо розташований ближче ніж на відстані 30 см;
- 2) зменшити час контакту з джерелами електромагнітного випромінювання;
- 3) провести комплекс профілактичних заходів, щоб вплив електромагнітного випромінювання був мінімальним. Наприклад, заміривши за допомогою дозиметра потужність випромінювання різних приладів.

**Висновок.** Численні дослідження призводять до невтішних висновків, що без застосування заходів захисту від електромагнітного випромінювання здоров'ю людини загрожує небезпека. Тому необхідно убезпечити себе і своїх близьких від шкідливого впливу електромагнітного випромінювання, дотримуючись нескладних правил безпеки по роботі з електроприладами і виконувати рекомендації, дані вище.

#### **Список використаних джерел.**

- 1 Влияние на человека электромагнитного излучения. – Режим доступа: <http://fb.ru/article/246100/vliyanie-na-cheloveka-elektromagnitnogo-izlucheniya-istochniki-svoystva-elektromagnitnyih-izlucheniya>
- 2 Воздействие электромагнитных полей и излучения на человека. – Режим доступа: <http://vseotravleniya.ru/izluchenie/elektromagnitnoe.html>
- 3 Как влияет электромагнитное излучение на организм человека. – Режим доступа: <https://otravlenye.ru/vidy/izlucheniya/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya-na-cheloveka.html>
- 4 Какое влияние имеет электромагнитное излучение на человека. – Режим доступа: <https://obotravlenii.ru/izluchenie/elektromagnitnoe/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya.html>
- 5 Уровни излучения популярных бытовых приборов. – Режим доступа: <http://shrrr.gorod.tomsk.ru/index-1286902352.php>

УДК 621.317.76

## МЕТОД РОЗРАХУНКУ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ НВЧ

Антифіїва Н.В.<sup>1</sup>, 4 курс

Орел М.О.<sup>2</sup>, студ. НУБіП

e-mail: orelan2006@ukr.net

Орел О.М.<sup>1</sup>, к.т.н. доцент

<sup>1</sup> Таврійський державний агротехнологічний університет

<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів і природокористування

*Розглянуто методику розрахунку енергетичних характеристик кварцових генераторів СВЧ діапазону, які використовуються в пристроях для електромагнітної терапії тварин.*

**Постановка проблеми.** Однією з найактуальніших проблем, яка стоїть перед аграрним комплексом України на сучасному етапі є підвищення продуктивності в тваринництві зі збереженням і збільшенням поголів'я сільськогосподарських тварин, яке у великій мірі залежить від своєчасного лікування їх травматизму. В результаті травм і їх ускладнень хворі тварини знижують продуктивність, передчасно вибраковуюються, нерідко гинуть [1, 2].

В даний час для лікування травм тварин в основному використовують медикаментозні способи лікування. Застосування антибіотиків і інших медикаментів не завжди сприяє одужанню тварин і, крім того, лікарські препарати з молоком і м'ясом потрапляють в організм людини, надаючи на нього негативний вплив. У багатьох країнах світу ведеться невпинний пошук не медикаментозних засобів лікування та профілактики захворювань тварин [3, 4].

Рішення поставленої задачі можливе на основі застосування електромагнітних випромінювань НВЧ і КВЧ діапазонів [5,6]. Оскільки СВЧ терапія тварин пов'язана з резонансним акустоелектричних хвиль в замкнених клітинних мембранах, то для передачі максимальної енергії опромінення біологічних об'єктів ( $\approx 95\%$ ) слід використовувати високо стабільні СВЧ генератори (нестабільність частоти  $10^{-7} - 10^{-8}$ ), перебудовуванні по частоті і вихідною потужністю до 50 мВт [7, 8].

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз літературних джерел показує, що відсутність спеціалізованих монохроматичних джерел НВЧ випромінювання сантиметрового діапазону робить проблематичною постановку питання про створення низькоенергетичної електротехнології лікування сільськогосподарських тварин [9, 10].

При вирішенні даного завдання необхідно проводити теоретичний аналіз основних характеристик кварцового генератора і аналіз його короткочасної нестабільності в залежності від флуктуаційних параметрів елементів схеми автогенератора [11, 12].

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Метою статті є розрахунок енергетичних характеристик автогенератора, з використанням кварцових генераторів.

**Основні матеріали дослідження (основна частина).** В даний час існує велика кількість схем кварцових генераторів до частот 100 МГц, методики розрахунку яких різноманітні і обмежені в частотній області генерації. У той же час в інженерній практиці необхідний досить простий метод розрахунку кварцових генераторів в діапазоні частот від 200 до 500 МГц, доступний при використанні довідкових даних або даних, вимірних простими методами.

Нижче наводиться один із можливих варіантів такої методики розрахунку, яка справедлива в широкій частотній області і при значних вихідних потужностях. Для розрахунку енергетичних співвідношень стаціонарного режиму скористаємося спрощеною структурною схемою рис. 1. При цьому покладемо, що реактивні компоненти  $Z_{a\bar{o}}$ ,  $Z_{a\bar{u}o}$ ,  $Z_1$  впливають на фазові співвідношення в генераторі (на баланс фаз), тобто на частоту генерації, і не впливають на баланс амплітуд.

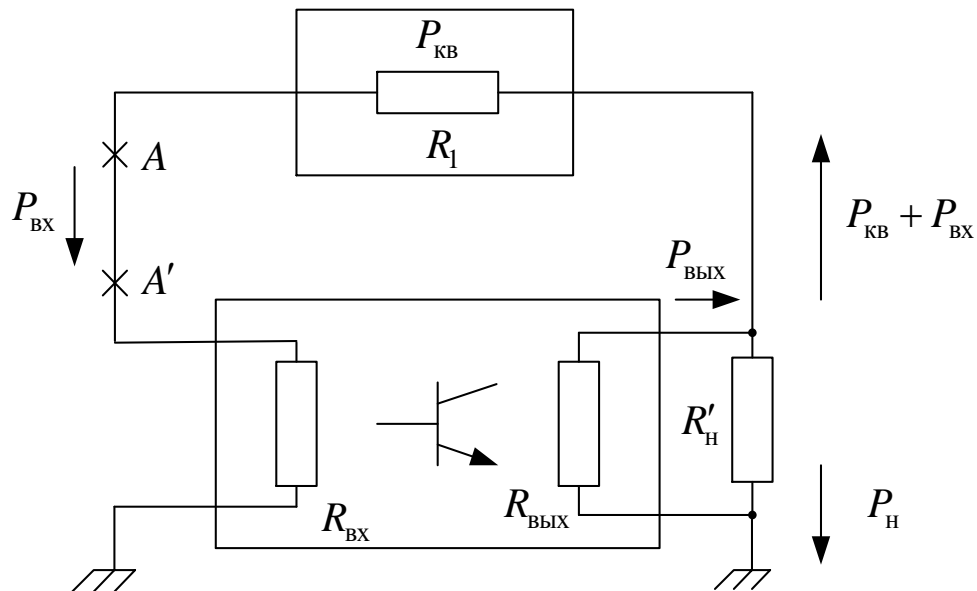


Рис. 1. Еквівалентна схема кварцового генератора

Розглянемо баланс амплітуд. З рис. 3.5 видно, що вихідна частина транзистора  $P_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}$  виділяється в навантаженні, а частина її через ланцюг ОС надходить на вхід (базу) транзистора, причому деяка частка вхідної потужності розсіюється на кварцовому резонаторі  $P_{\hat{e}\hat{a}}$ :

$$P_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}} = P_{\hat{e}\hat{a}} + P_{\hat{a}\hat{o}} \quad (1)$$

Коефіцієнт передачі транзистора за проектною потужністю

$$K_{\hat{o}} = \frac{P_{\hat{a}\hat{u}\hat{o}}}{P_{\hat{a}\hat{o}}} \quad (2)$$

Позначимо через  $K_Q$  коефіцієнт використання добротності резонатора:

$$K_Q = \frac{P_{\hat{e}\hat{a}}}{P_{\hat{a}\hat{o}}} = \frac{R_1^1}{R_{\hat{a}\hat{o}}^1} \quad (3)$$

де  $R_1^1$  – еквівалентний опір втрат складного резонатора. Вважаючи  $R_{\hat{a}\hat{o}}^1 = R_1^1$ , схему рис. 1 можна представити у вигляді рис. 2.

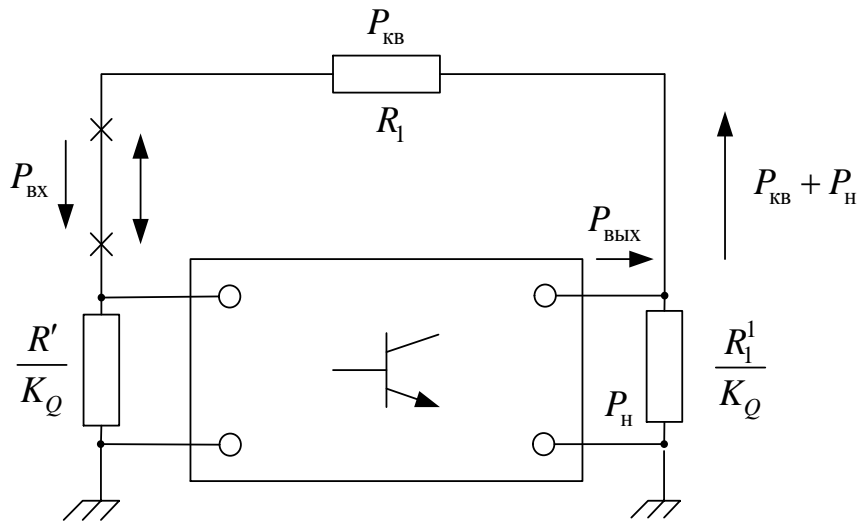


Рис. 2. Еквівалентна схема кварцового генератора

Підключення кварцового резонатора до точок з опорамі  $\frac{R_1^1}{K_Q}$  знижує його добротність до деякої величини

$$Q_y = Q \frac{R_1^1}{R_1 + 2 \frac{R_1^1}{K_Q}} = \frac{Q_{K_Q}}{K_Q + 2}, \quad (4)$$

де  $Q$  – навантажена добротність кварцового резонатора.

З виразів (2) - (4) маємо

$$K_\delta = \frac{P_{\hat{e}\hat{a}} + P_i + \frac{P_{\hat{e}\hat{a}}}{K_Q}}{\frac{P_{\hat{e}\hat{a}}}{K_Q}} = K_Q \left( \frac{P_i}{P_{\hat{e}\hat{a}}} + 1 \right) + 1. \quad (5)$$

Вираз (5) є умовою балансу амплітуд генератора в стаціонарному режимі. Після перетворення (5) отримаємо вираз для вихідної коливальної потужності генератора:

$$P_i = \frac{P_{\hat{e}\hat{a}}}{K_Q} (K_\delta - K_Q - 1). \quad (6)$$

На практиці зазвичай  $K_\delta > 1 > K_Q + 1$ . Тоді маємо:

$$P_i = \frac{P_{\hat{e}\hat{a}} K_\delta}{K_Q} = \frac{P_{\hat{e}\hat{a}} K_\delta}{2} \left( \frac{Q}{K_Q} - 1 \right). \quad (7)$$

З виразу (6) видно, що при  $K_{\delta} = K_Q + 1$   $P_i = 0$ , так як вся вихідна потужність витрачається на підтримання самозбудження.

Позначимо через  $K_{Q_i}$  коефіцієнт зниження добротності резонатора:

$$K_{Q_i} = \frac{Q_y}{Q} = \frac{K_Q}{K_Q + 2}. \quad (8)$$

Коефіцієнт передачі ланки зворотнього зв'язку дорівнює:

$$K_{i\bar{n}} = \frac{P_{\hat{a}\delta}}{P_{i\bar{n}}} = \frac{1}{K_Q + 1}. \quad (9)$$

Звідси:

$$K_{i\bar{n}} = \frac{1 - K_{Q_i}}{1 + K_{Q_i}}. \quad (10)$$

Використовуючи вираз для коефіцієнта регенерації  $G = K_{i\bar{n}} \cdot K_{\delta}$  неважко отримати:

$$K_{Q_i} = \frac{K_{\delta} - G}{K_{\delta} + G}. \quad (11)$$

З виразу (11) видно, що при деякому заданому коефіцієнті  $G$ , який зазвичай вибирається рівним 2, збільшення  $K_{Q_i}$  можна домогтися лише за допомогою підвищення  $K_{\delta}$ . До цього висновку також можна прийти з аналізу виразу (6). При підвищенні  $K_{\delta}$  необхідний коефіцієнт регенерації  $G$  може бути забезпечений при менших значеннях  $P_{\hat{a}\delta}$ . У той же час для забезпечення максимального  $Q_y$  сильне зниження  $P_i$  небажано. Оптимальним з цієї точки зору буде значення що  $P_{\hat{a}\delta}$  не викликає нелінійних ефектів (багаточастотну) коливань в безпосередній близькості до частоти  $n$  механічної гармонії резонатора. Ця потужність звичайно докладається на кожен тип резонатора.

Для вітчизняних резонаторі на 250 МГц величина  $P_{\hat{a}\delta} = 0,5$  мВт. У зв'язку з вище викладеним зручно виразити  $P_i$  через  $K_{\delta}$ ,  $P_{\hat{a}\delta}$ ,  $K_{Q_i}$ :

$$K_Q = \frac{2 K_{Q_i}}{1 - K_{Q_i}}; \quad (12)$$

$$P_i = P_{\hat{e}} \frac{K_{\delta} (1 - K_{Q_i}) - K_{Q_i} - 1}{2 K_{Q_i}}. \quad (13)$$



Реальну величину  $K_{Q_i}$  можна визначити з формули (3.11), а потім за формулою (3.13) можна обчислити при заданому значенні  $K_{\delta}$  максимально досягнуто вихідну потужність  $P_1$ . Використовуючи вище наведені співвідношення досить просто провести енергетичний розрахунок генератора при заданому  $G$ ,  $K_{\epsilon a}$  і  $Q_y$ .

За відомими (вимірним) значенням  $\text{Re}(Z_{\text{âo}})$  і, залежно  $K_{\delta}(P_{\text{âo}})$  можна визначити коефіцієнт трансформації і фазовий зсув, після чого скласти схему генератора.

**Висновок.** Інженерна методика з розрахунку основних енергетичних параметрів автогенератора проста, дійсна для широкої смуги частот і може використовуватися для синтезу кварцових генераторів в діапазоні частот від 200 до 500 МГц.

#### Список використаних джерел

1. Лебедев А.В., Лук'янівський В.А., Семенов Б.С. та ін. Загальна ветеринарна хірургія. - М.: Колос, 2000. - 488 с.
2. Герцен П.П. Профілактика і лікування травм в промисловому тваринництві. - Кишинів: Кармен Молдовеняска, 1981. - 354 с.
3. Веремій Э.И., Єлисеєв А.Н., Лук'янівський В.А. Довідник по застосуванню лікарських засобів у ветеринарній хірургії. - Мінськ: Урожай, 1989. - 170 с.
4. Улаціна В.С. Актуальні питання електролікування і ультразвукової терапії. - Мінськ: Урожай, 1983. - 144 с.
5. Пресман А.С. Електромагнітні поля і жива природа. - М.: Наука, 1968. - 288 с.
6. Дев'ятков А.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Міліметрові хвилі і їх роль в процесах життєдіяльності. - М.: Радіо зв'язок, 1991. - 169 с.
7. Ісмаїлов Э.Ш. Біофізична дія СВЧ випромінювань. - М.: Вища школа, 1987. - 144 с.
8. Кузнецов А.П. Електромагнітні поля живих клітин в КВЧ діапазоні // Електронні техніка: Сер. 1. Електроніка СВЧ. - 1991. - Вип. 7 (441). - С. 3 - 6.
9. Довідник по радіовимірювальних приладів (під ред. В.С.Насонова). - М.: Сов. радіо, 1986. - 485 с.
10. Hewlett Packard Test Measurement Catalog 1984 - 1998.
11. Малахов А.Н. Флуктуації в автоколивальних системах. - М.: Наука, 1967. - 660 с.
12. Кабанов Д.А. Узагальнений підхід до дослідження автогенераторів // Радіотехніка та електроніка. - 1974. - № 8. - С. 1690 - 1697.

УДК 621.315.615

## ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА КОНТАКТНИМ І ПЕРКОЛЯЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДАМИ

Федькін В.А., 3 курс

e-mail: fedkin0797@gmail.com

Чебанов А.Б., к.т.н., ст. викл.

e-mail: chebanov-ab@yandex.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена відновленню властивостей трансформаторного масла  
за рахунок процесу регенерації контактним та перколяційно-адсорбційним методами.*

**Постановка проблеми.** Трансформаторні масла в процесі експлуатації змінюють свої хімічні та електрофізичні властивості під впливом різних факторів: температури, електричного поля, молекулярного кисню, взаємодії з конструкційними матеріалами електрообладнання. У результаті відбувається потемніння масла, утворюються низько- та високомолекулярні продукти окислення, зростають діелектричні втрати; на певній стадії окислення можливе утворення осаду та випадання шламу. Швидкість окислення масла, характер продуктів, що утворюються, залежать від хімічного складу масла, ступеня його очищення, умов експлуатації. Низькомолекулярні органічні кислоти та органічні перекиси, що утворюються на початковій стадії процесу старіння, розчинюються в маслі і мають корозійну активність по відношенню до матеріалів трансформатора. Продукти окислювальної полімеризації та конденсації не розчинюються в маслі і можуть випадати з нього у вигляді шламу (нерозчинного осаду), який при осадженні на активних частинах, затрудняє відведення тепла, викликає руйнування ізоляції. Домішки, що викликані як старінням масла, так і його забрудненням, знижують експлуатаційні характеристики масла, прискорюють старіння целюлозної ізоляції [1]. Тому пошук методів, які регенерують властивості трансформаторного масла з метою подальшого використання є актуальною проблемою.

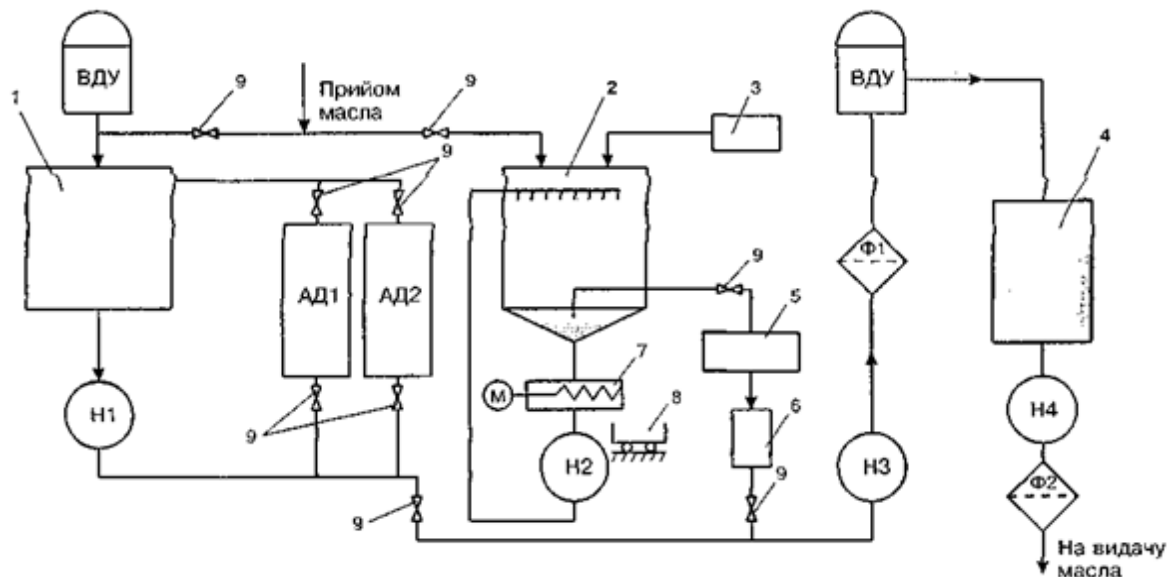
**Аналіз останніх досліджень.** На даний час існують такі методи відновлення властивостей трансформаторного масла: перколяційно-адсорбційний та контактний, хімічний, а також відстоювання, фільтрація, відцентрова очистка, коагуляція. Хімічний метод реалізується за рахунок введення в масло реагентів, які розчиняють шлам. Відстоювання - це простий, безкоштовний, але не ефективний спосіб видалення домішок. Фільтрація реалізується за рахунок проходження масла через фільтр. За допомогою відцентрового методу при використанні центрифуги вдається видалити домішки та конденсат. Коагуляція – це процес збільшення розмірів частинок забруднень, що покращує їх фільтрацію. Цей метод використовується, в основному, як допоміжний [2]. Перколяційно-адсорбційний та контактний методи вважаються найкращими так як вони дозволяють виконувати одразу декілька функцій: очищення, фільтрацію та зневоднення.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання установки регенерації трансформаторного масла контактним та перколяційно-адсорбційним методами.

**Основні матеріали дослідження.** При регенерації масел контактним методом використовуються дрібнодисперсні природні сорбенти: відбілюючі глини, боксити та ін. При цьому сорбент у заданому співвідношенні додається до нагрітого масла, перемішується визначений час для проходження процесу адсорбції, потім, після відстою, масло відфільтровується від глини. Залежно від якості вихідного масла встановлюється оптимальний режим його обробки (температура, тривалість перемішування, співвідношення масло - сорбент). Рекомендуються такі технологічні параметри обробки: оптимальна температура регенерації - від 60 до 80 °С; час контактування, кількість адсорбенту (відсотки від маси масла) залежать від ступеня старіння масла та адсорбенту, що застосовується [2]. Рекомендується при контактному способі регенерації використовувати сорбент гранскладу не більше 1 мм. При цьому, залежно від ступеня зниження експлуатаційних властивостей масла, кількість сорбенту, що використову-

ється, може становити до 10 % або більше від маси масла (але не більше 25 %), а час перемішування масла з сорбентом треба обмежити 2 год.

При очищенні масел перколяційно-адсорбційним методом використовуються крупнопористі синтетичні та природні гранульовані сорбенти. Регенерація найбільш ефективно проходить у вертикальних циліндричних адсорберах. Можна використовувати стандартні адсорбери, які застосовуються як адсорбційні фільтри на трансформаторах. При регенерації масел з кислотним числом більше 0,10 мг КОН/г масла доцільно використовувати два паралельно з'єднаних адсорбера з почерговою зміною сорбенту в них. У процесі регенерації, масло контролюється за показниками тангенсу кута діелектричних втрат при 90 °С та кислотного числа для встановлення закінчення процесу регенерації. Після закінчення процесу регенерації масло підлягає перевірці. Принципову технологічну схему маслоочисної станції, що реалізує два методи регенерації масел, наведено на рисунку 1.



1 — бак для нагрівання масла при регенерації перколяційно-адсорбційним методом; 2 — бак для регенерації масла контактним методом; 3 — пристрій для сушіння сорбенту; 4 — бак для зберігання регенованого масла; 5 — віджимний пристрій; 6 — вакуумна шафа для збирання масла при віджиманні відпрацьованого сорбенту; 7 — шнековий пристрій для вивантаження відпрацьованого сорбенту; 8 — контейнер для збирання відпрацьованого сорбенту; 9 — вентилі; ВДУ — вакуум-дегазаційна установка; АД1, АД2 — адсорбери; Ф1, Ф2 — фільтри тонкого очищення; Н1 - Н4 — насоси для перекачування масла; М — електродвигун для приводу шнекового пристрою

Рисунок 1 – Принципова технологічна схема регенерації трансформаторного масла контактним та перколяційно-адсорбційним методами

**Висновки.** Проведеним аналізом літературних джерел обґрунтовано контактний та перколяційно-адсорбційний методи регенерації трансформаторного масла, які дозволяють виконувати одразу декілька функцій: очищення, фільтрація і зневоднення, а також багаторазово використовувати один сорбент.

#### Список використаних джерел.

1. Грабко В.В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина IV. Трансформатори: навчальний посібник / В.В. Грабко, М.П. Розводюк, С.М. Левицький. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 219 с.

2. Експлуатація трансформаторних масел [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://forca.com.ua/knigi/pravila/priimannya-zastosuvannya-ta-ekspluatsiya-transformatornih-masel\\_5.html](http://forca.com.ua/knigi/pravila/priimannya-zastosuvannya-ta-ekspluatsiya-transformatornih-masel_5.html). - Назва з екрану.

**СЕКЦІЯ 2.  
АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ,  
СТАНЦІЇ ТА ПІДСТАНЦІЇ**

УДК 621.311

## АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ

Бурцева С., 3 курс

burtsevasophia@gmail.com

Постол Ю.О., к.т.н., доцент

yuliapostol111@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Розглянуті актуальні питання забезпечення енергозбереження та підвищення енергоефективності в комунально-побутовому секторі і в електроенергетичних підприємствах.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні енергозбереження і підвищення енергетичної ефективності відносяться до числа вищих пріоритетів державної енергетичної політики. Це пов'язано з тим, що десятиріччя неефективного використання енергоресурсів створили в Україні величезний невикористаний потенціал енергозбереження, який досягає 45 % всього сучасного енергоспоживання країни. В теперішній час при розробці енергозберігаючих заходів основна увага приділяється теплопостачанню, тому що тривалість опалювального сезону в Україні коливається від 22-25 тижнів. У зв'язку з високою долею споживання тепла населенням і на об'єктах соціальної сфери динаміка виробництва і споживання мало залежить від коливань внутрішнього валового продукту та інших макроекономічних показників.

**Аналіз останніх досліджень.** Практика показує, що електроенергетична складова заслуговує не меншої уваги, ніж теплопостачання. Технічний стан основних фондів електроенергетичних виробництв характеризується значним (67%) зносом у зв'язку з тривалим терміном експлуатації. В той же час у зв'язку з зупинкою діяльності більшої частини промислових виробництв з середини 1990 – х років відбулися суттєві зміни в структурі транспортування електричної енергії, а саме: зниження коефіцієнтів завантаження силових трансформаторів; збільшення протяжності і розгалуженості ліній 0,4 кВ, що питають; зміщення центрів електричних навантажень за рахунок більш інтенсивного розвитку житлово – комунального сектору порівняно з промисловістю; зріст не симетрії завантаження фаз мереж 0,4 кВ.

**Мета статті.** Оцінка енергетичної ефективності процесів виробництва, транспорту і розподілу електричної енергії, визначення енергозберігаючого потенціалу, обґрунтування підвищення ефективності використання енергії.

**Основні матеріали дослідження.** В жилому секторі практично відсутній контроль технічних втрат електричної енергії в мережах 0,4 кВ – роботи по їх визначенню та зниженню ускладнені в зв'язку з тяжкістю збору вихідної інформації та проведення розрахунків. В той же час в зв'язку зі зростанням енергоємності споживачів комунально – побутового сектору спостерігається перенавантаження лінії, що питають, і як наслідок, зріст навантажувальних втрат електричної енергії [1,2]. Метою енергетичних обстежень підприємств є оцінка енергетичної ефективності процесів виробництва, транспорту і розподіл електричної енергії в тому числі споживання на власні потреби, визначення енергозберігаючого потенціалу, розробка та обґрунтування підвищення ефективності використання енергії. Задачами енергетичних обстежень є: визначення нормативної та фактичної кількості споживання електроенергії; визначення теоретично можливого потенціалу енергозбереження в натуральному та грошовому виразах для оцінки ефективності інвестиційних проектів та проектів технічного переозброєння; підтвердження ефективності реалізованих енергозберігаючих заходів.

До основних напрямів підвищення ефективності споживання електричної енергії в житлово-комунальному секторі можна віднести:

- використання сучасних джерел освітлення з пониженим електроспоживанням;
- використання автоматичних систем включення і виключення освітлення за необхідністю;
- застосування сучасних побутових приладів постійного включення або з тривалим режимом роботи з пониженим електроспоживанням;

- стимулювання використання тарифів на електроенергію при експлуатації побутових приладів більшої потужності з тривалим режимом роботи у нічний час.

Актуальність цього напрямку обумовлена наступними причинами [3]:

1. Недооблік використаної електроенергії веде до недоотримання електропостачальними підприємствами засобів за поставлену продукцію;
2. Основним споживачем електроенергії в житлово – комунальному хазяйстві є населення, та на рівні квартир утруднене цілеспрямоване впровадження енергозберігаючих підприємств ззовні. Основним стимулом енергозбереження в цій сфері є фінансові витрати населення на комунальні платежі.
3. Сучасна система обліку дозволяє прискорити та полегшити процедуру збору інформації щодо електроспоживання, і, відповідно, полегшити та прискорити проведення платежів населенням.

При аналізі технологічних витрат електричної енергії прийнято розділяти декілька форм їх представлення: фактичні втрати – визначаються за різницею приборів обліку надходження та відпуску електричної енергії; розрахункові втрати – визначаються розрахунковим методом для певного сталого режиму мережі; нормативні втрати – встановлений контрольований прийнятий за технічними та економічними критеріями рівень втрат електроенергії.

**Висновок.** На сьогодні відповідальність за величину комерційних втрат та організацію заходів по виявленню та усуненню лежать цілком на електромережних підприємствах. Тому особу роль набувають регіональні енергетичні комісії (департамент за тарифами) як в частині нормування рівня технологічних втрат, так і в частині контролю коректності визначення їх величини. Ці задачі можуть реалізовуватися за деякими напрямками.

1. Залучення незалежних висококваліфікованих спеціалістів для контролю та аналізу вихідних даних та результатів розрахунків.
2. Контроль застосованих програмних засобів, які повинні не тільки видавати значення втрат, але і дозволяти контролювати коректність використаних вихідних даних.
3. Стимулювання підприємств для широкого впровадження організаційно – технічних заходів щодо зниження всіх складових втрат електричної енергії.
4. Зменшення термінів звітного періоду аж до помісячного для більш детального відстеження динаміки змін втрат.

**Список використаних джерел.**

1. Комков В.А., Тимахова Н.С. Энергосбережение в жилищно-коммунальном хозяйстве. М.: Инфра-М, 2010. 320 с.
2. Самарин О.Д. Теплофизические и технико-экономические основы теплотехнической безопасности и энергосбережения в здании. М.: МГСУ, 2007. 160 с.

УДК 621.317

## АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

**Бондаренко Є.Б., 13МБЕЕ**

**e-mail: egorbondarenko1996@gmail.com**

**Пачев В.В., 13МБЕЕ**

**Адамова С.В., асистент**

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

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Робота присвячена електричним мережам, структурі, методам регулювання напруги в електричних мережах.*

**Постановка проблеми.** Сучасні електричні мережі характеризуються збільшенням кількості споживачів, які негативно впливають на якість електричної енергії, при одночасному збільшенні споживачів, які ставлять підвищені вимоги до електроенергії. Це вказує на наявність тенденції загострення проблеми забезпечення якості енергії в електричних мережах. Разом з тим великого значення набуває питання застосування енергозберігаючих технологій передачі й розподілу електричної енергії.

Проблеми якості електричної енергії і регулювання напруги тісно пов'язані між собою і в умовах ринкових відносин є особливо актуальними. Практичне вирішення цих задач вимагає аналізу режимів роботи електричних мереж і використовуваних методів та засобів регулювання напруги.

**Аналіз останніх досліджень.** Проблеми регулювання напруги в електричних мережах присвячується багато часу і зусиль. Завдяки цьому останнім часом розроблено багато нових і удосконалено більшість існуючих способів. Завдяки цьому ми маємо можливість аналізувати всі існуючі на даний момент способи і обирати спосіб регулювання напруги максимально оптимальний для конкретного випадку.

**Мета статті.** Розглянути та проаналізувати деякі існуючі методи регулювання напруги в електричних мережах.

**Основні матеріали досліджень.** Враховуючи важливість проблеми, розроблено декілька методів регулювання напруги в електричних мережах:

У даний час основним методом регулювання напруги є централізоване, здійснюване за допомогою пристроїв регулювання під навантаженням (РПН) або переключення без збудження (ПБЗ) трансформаторів центру живлення (ЦЖ). Розподільні електричні мережі (РЕМ) характеризуються низькою кількістю вимірювальних приладів і засобів телеконтролю. Регулювання напруги в такій мережі ускладнене через складність одержання необхідної інформації[1].

При регулюванні напруги враховуються вимоги до якості електричної енергії тільки у споживачів того ієрархічного рівня, на якому розташовуються засоби регулювання. У результаті споживачі з графіком навантажень, відмінним від графіка навантажень центру живлення, протягом тривалого часу працюють при нарузі, що не відповідає оптимальній.

Спосіб регулювання напруги шляхом зміни опору мережі практично здійснимо на підстанціях з декількома трансформаторами, що діють паралельно: один або декілька з них переключають в режим - мінімальних навантажень. Таке регулювання напруги вигідно тим, що підвищується економічність роботи трансформаторів[2]. Вдаватися до подібних операцій можна, однак, лише в тому випадку, якщо вони не знижують надійності електропостачання. Тому на підстанціях з двома трансформаторами, як правило, встановлюють автоматичне введення резерву, діюче при аварійному відключенні працюючого трансформатора[3].

Низька ефективність застосовуваних методів у сполученні з використовуваними на сьогоднішній день технічними засобами регулювання напруги вказує на необхідність коригування існуючої концепції регулювання напруги в напрямку розробки методів, здатних адап-

туватися до структури, що змінюється, і режимів роботи електричних мереж, а також враховувати багатофакторність задачі регулювання напруги в них.

Застосування комплексного підходу до багаторівневої РЕМ як до складної ієрархічної системи кібернетичного типу з урахуванням вимог до якості електричної енергії з боку всіх споживачів дозволить удосконалити метод зустрічного регулювання напруги. Це забезпечить підвищення ефективності процесу експлуатації багаторівневих РЕМ за рахунок оптимізації процесу регулювання напруги в мережі в рамках задач автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ) з урахуванням вимог до якості електричної енергії одночасно у всіх споживачів[4].

Але приведені методи не забезпечують достатню економічність роботи трансформаторів. Спосіб регулювання напруги за допомогою напівпровідникових вентилів (Рис. 1.) застосовується в установках невеликої потужності і забезпечує достатню економічність роботи трансформаторів.

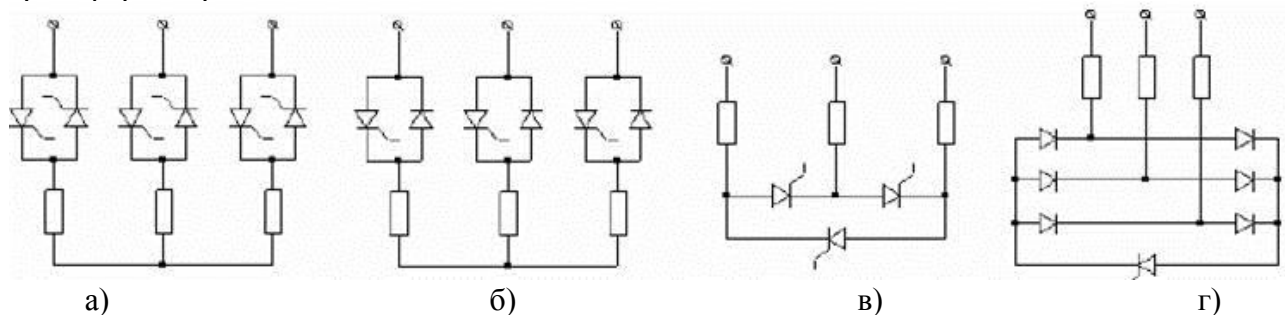


Рисунок 1 – Спосіб регулювання напруги за допомогою напівпровідникових вентилів.

Схема на рис. 1.а) об'єднує три однофазних регулятора і при відсутності нульового проводу характеризується кращою якістю вихідної фазної напруги, як в шестіпульсній схемі, а не як в двупульсній схемі однофазного регулятора. Більш проста схема регулятора на рис. 1.б) характеризується гіршою якістю вихідної напруги, що виявляється в неоднаковості форм полуволин фазної напруги, але без постійної складової в ньому. Схеми регуляторів на рис. 1.в), г) застосовують за умови доступності всіх шести кінців трифазного навантаження. При використанні трансформатора в регуляторі можливе більш якісне регулювання змінної напруги за рахунок використання комбінації фазового і амплітудного способів регулювання[5].

**Висновок.** В ході аналізу існуючих методів регулювання напруги в електричних мережах можна зробити висновок, що всі існуючі на даний момент способи добре підходять для своїх конкретних випадків, але метод регулювання напруги за допомогою напівпровідникових вентилів є найбільш економічним.

#### Список літературних джерел.

1. Спосіб регулювання напруги [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://techtrend.com.ua/index.php?newsid=16457> - Спосіб - регулювання – напруга
2. Регулювання напруги трансформаторів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.fea.kpi.ua/et/images/stories/metody/posibnyky/osnelob/navpos\\_osnelob\\_175-186.pdf](http://www.fea.kpi.ua/et/images/stories/metody/posibnyky/osnelob/navpos_osnelob_175-186.pdf)- Регулювання напруги трансформаторів
3. Принцип регулювання фазного напруження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://studopedia.ru/5\\_119926\\_printsip-regulirovaniya-faznogo-napryazheniya.html](http://studopedia.ru/5_119926_printsip-regulirovaniya-faznogo-napryazheniya.html) - Принцип регулювання фазного напруження
4. Антонов М. В. Технология производства электрических машин./М. В.Антонов,Л. С. Герасимова— М.: Энергоиздат, 1982.
5. Цирель Л. Я. Эксплуатация силовых трансформаторов на электростанциях и в электросетях. /Л. Я.Цирель,В. С. Поляков— Л.: Энергоатомиздат, 1985.



УДК 621.315

## АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ВІД НАВЕДЕНИХ ПЕРЕНАПРУГ

Федькін В.А., 4 курс

e-mail: fedkin0797@gmail.com

Коваль Д.М., ст. викладач

e-mail: kvldmitry@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена захисту електричних установок від наведеної перенапруги.*

**Постановка проблеми.** В нормальному режимі роботи напруга в електроустановках близька до номінальної і не перевищує її більш ніж на 10 %. Але в процесі експлуатації електроустановок можливе короткочасне значне підвищення напруги в мережі, тобто може виникнути перенапруга. При грозових розрядах у провідниках, що розміщені поблизу від місця удару блискавки, індуються імпульси атмосферної перенапруги, які дуже швидко поширюються по лініях електропередачі, проходячи величезні відстані. Імпульси наведеної перенапруги виникають значно частіше в порівнянні із прямими ударами блискавки [1]. При цьому впливу наведеної атмосферної перенапруги піддаються усі об'єкти, що електрично зв'язані між собою в даній установці. Тому необхідно захищати електроустановки від цих аномальних режимів.

**Аналіз останніх досліджень.** На сьогоднішній день для захисту повітряних ліній від наведених перенапруг застосовують іскрові проміжки, трубчасті або вентиляльні розрядники. Електричну апаратуру підстанцій, трансформатори та електричні машини захищають вентиляльними розрядниками та нелінійними обмежувачами перенапруги.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання захисних апаратів та визначення найефективнішого захисту від наведених перенапруг.

**Основні матеріали дослідження.** Найпростішим захистом від наведених перенапруг є іскровий проміжок, який застосовують для захисту повітряних ліній від атмосферних перенапруг. Він має вигляд двох стержнів, що розміщені на певній відстані один від одного. Один з них приєднують до фазного проводу, а другий, через додатковий повітряний проміжок, приєднують до контуру заземлення. При виникненні атмосферної перенапруги проміжки пробиваються і хвиля наведеної перенапруги відводиться в землю. Іскровий проміжок можна використовувати для захисту ПЛ напругою 6...35 кВ при незначних струмах короткого замикання. При значних струмах самогасіння дуги не забезпечується, тому у цьому випадку використовують більш досконалі апарати – розрядники [2].

Одним з найстаріших та найпростіших за конструкцією є трубчастий розрядник. Він складається із трубки, в якій розміщений стержневий електрод з іскровим проміжком. Зовні плоский електрод за допомогою електродотримача з'єднується через зовнішній іскровий проміжок з проводом електричної лінії. Оскільки трубку розрядника виготовляють із газогенеруючого діелектрика, після пробою іскрових проміжків під дією високої температури виділяється велика кількість газу, у трубці створюється високий тиск і відбувається інтенсивний викид іонізованих газів. Поздовжнє дуття сприяє гасінню дуги. При незначному супровідному струмі (менший за нижній граничний струм розрядника), тиск у трубці буде недостатнім, гасіння дуги буде затягуватися, що може призвести до перегорання розрядника. При надмірному струмі тиск у трубці розрядника може перевищити її механічну міцність і вона розірветься. Таким чином, можна сказати, що трубчасті розрядники зазвичай одноразового використання, тому на даний час майже не застосовуються.

В основному захист від перенапруг виконують у вигляді вентиляльних розрядників. Основним елементом вентиляльного розрядника є вілітові диски із карборунду. При підвищеній напрузі опір філітових дисків малий і напруга спрацьовування вентиляльного розрядника ви-

значається лише електричною міцністю іскрових проміжків. Після пробою проміжків при значній напрузі опір дисків не перешкоджає стіканню індукованого заряду. Потім напруга зменшується до номінальної, опір дисків значно зростає і відсікає супроводжуючий струм. Дуга гасне.

На сьогоднішній день вентильні розрядники не є ефективними і надійними апаратами для захисту електричних мереж від наведених перенапруг так як вони мають ряд наступних недоліків:

- наявність іскрових проміжків визначає високу імпульсну пробивну напругу, що не дозволяє використовувати їх для захисту обладнання від внутрішньої перенапруги;
- присутність супроводжуючого струму промислової частоти при затуханні хвилі перенапруги викликає необхідність застосування резисторів із високим опором для гасіння цього струму, які в свою чергу визначають високу залишкову напругу розрядника.

Вентильні розрядники допустимо застосовувати лише для захисту від атмосферної наведеної перенапруги.

Сучасним апаратом для захисту обладнання від внутрішньої і зовнішньої перенапруги є нелінійний обмежувач перенапруги (рисунок 1). Обмежувачі перенапруги – це розрядники без іскрових проміжків, у яких активна частина виготовлена із нелінійних варисторів. Колонка із набору варисторів розміщується поміж двома електродами і запресована в оболонку із спеціального атмосферостійкого полімеру. Варистори представляють собою систему р-рпереходів. Ці р-рпереходи визначають нелінійні властивості варисторів – нелінійну залежність величину струму, що протікає через варистор, від прикладеної до нього напруги.

В нормальному режимі струм через обмежувач має ємнісний характер і становить десятки частки міліампера. При виникненні у мережі хвилі перенапруги варистори обмежувача переходять у провідний стані обмежують подальше зростання напруги на виводах до безпечного рівня. Коли хвиля перенапруги проходить, обмежувач повертається у непровідний стан. Час переходу обмежувача в провідний стан становить  $10^{-9}$  секунди, що дозволяє ефективно обмежувати високочастотні перенапруги [3].

Переваги обмежувачів перенапруги у порівнянні з вентильними розрядниками:

- глибокий рівень обмеження імпульсної перенапруги;
- відсутність супроводжуючого струму після затухання хвилі перенапруги;
- безперервне підключення до мережі, що захищається;
- простота конструкції та надійність експлуатації;
- малі габарити та вага;
- не потребують обслуговування та контролю параметрів протягом всього терміну експлуатації (до 30 років).

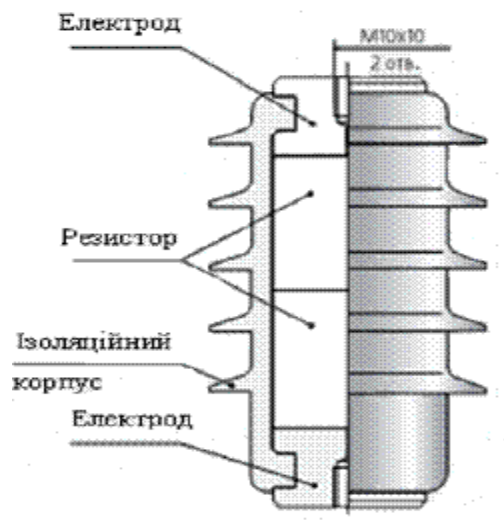


Рисунок 1 – Нелінійний обмежувач перенапруги

**Висновки.** Розглянуто пристрої захисту електричних установок від наведених перенапруг. За результатами аналізу визначено, що найкращим пристроєм захисту електричних установок від наведених перенапруг є нелінійний обмежувач перенапруги, оскільки він має ряд суттєвих переваг над звичайними розрядниками та не потребує обслуговування робочим персоналом.

**Список використаних джерел.**

1. Коваленко О.І. Основи електропостачання сільського господарства: Навчальний посібник/ О.І.Коваленко, Л.Р.Коваленко, В.О.Мунтян, І.П.Радько. – Мелітополь, ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2011. – 462 с.
2. Захист від імпульсних перенапруг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.in-point.com.ua/ua/статті/18-захист-від-імпульсних-перенапруг>.
3. Захист електроустановок від індукованих (наведених) перенапруг [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://studopedia.su/4\\_13985\\_perenaprug.html](https://studopedia.su/4_13985_perenaprug.html)

УДК 621.315.1

## АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ НАДІЙНОСТІ

Джантатов А.А., 12 МБЕЕ

e-mail: aiderchik34@mail.ru

Левченко Д.В., 12 МБЕЕ

e-mail: fakel155@mail.ru

Адамова С.В., асистент

e-mail: adamova\_sv@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті розглянуто стан сучасних повітряних ліній  
та визначені шляхи підвищення їх надійності*

**Постановка проблеми.** Надійність роботи повітряних ліній обумовлена сукупністю ряду факторів. Виявити щирі причини відмов повітряних ліній намітити шляхи їхнього вдосконалювання можна тільки на підставі статистичних даних про пошкоджуваність елементів повітряних ліній [1]. Відмови є єдиним критерієм перевірки правильності практичних рішень і теоретичних передумов.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз виниклих проблем з передачею електроенергії в Україні показує, що наявні останнім часом масові ушкодження повітряних ліній (ПЛ) викликані у визначальній мері старінням основних фондів.

**Мета статті.** Аналіз виниклих проблем з передачею електроенергії та шляхи їх вирішення.

**Основні матеріали дослідження.** Україна володіє розгалуженою мережею ліній електропередачі, які в часи СРСР забезпечували не тільки внутрішні потреби країни, але й служили сполучною ланкою з державами-імпортерами радянської енергії. Розмір і технічний стан електроенергетичного господарства України відображено в табл. 1. На території України сформовані магістральні електричні мережі з використанням систем напруги 220 – 330 – 400(500) – 750 кВ.

Таблиця 1- Загальна довжина й технічний стан ліній електропередачі України

Повітряні			Кабельні		
Тип лінії	Усього	У т.ч. підлягає відновленню	Тип лінії	Усього	У т.ч. працюють більше 30 років
0,4 кВ міського призначення	111012	11497	500У и нижче	25820	10755
0,4 кВ с/г призначення	361121	54056	3кВ	7	6
6-20 кВ міського призначення	22437	1077	6кВ	17109	5059
6-20 кВ с/г призначення	310537	10241	10кВ	21483	2852
35кВ	63218	2141	35КВ	402	56
110кВ	31629	1414	110кВ	45	—
154кВ	7685	415			
Магістральні(220-800)	40357	...			
РАЗОМ	947996		РАЗОМ	64866	

Виходячи з нормативних строків експлуатації (25 років), на 01.01.2010 р. кількість підстанцій (ПС), що виробили ресурс (без обліку окремих елементів модернізації), склало 60% (79 одиниць), а до 2018 р. їхня чисельність збільшиться до 90%.

Масове старіння електромережних об'єктів (Таблиця 2) і устаткування привело до значного збільшення витрат на підтримку працездатності ПЛ і ПС, підвищеному використанню техніки, конструкцій, матеріалів при обслуговуванні, збільшенню чисельності обслуговуючого персоналу для проведення планових і позапланових оглядів, що течуть і аварійних ремонтів [2].

Таблиця 2 - Параметри потоку відмов ПЛ

Елемент мережі	Відмова/рік при напрузі кВ					
	750	500	330	220	110	35
ПЛ одноланцюгові	0,6	0,6	1,3	1,7	3,9	2
Двох ланцюгові(відмова одного ланцюга)	–	–	3,8	2	3,9	1,6
Двохланцюгові(відмова двох ланцюгів)	–	–	0,4	0,4	0,9	0,4

Аналіз відмов елементів ПЛ показує, що опори є досить надійним елементом ліній електропередачі. Значне число відмов ПЛ є наслідком ушкодження проводів, ізоляторів, і відключення від грозових перенапруг. Тільки 9-13% випадків відмов пов'язане з ушкодженням елементів опор. Однак руйнування опор мають найбільш важкі наслідки для ліній електропередачі й приводять до більших витрат, пов'язаним з відновленням ПЛ і недовідпуском електроенергії.

Аналіз причин відмов ПЛ показують, що інтенсивність відмов залежить від строку їхньої служби. Актуальність і необхідність технічного переозброєння ПЛ продиктовано фізичним і моральним зношуванням електричних мереж, необхідністю підвищення їхньої пропускної здатності. Одним з напрямків розвитку електричних мереж є застосування нових конструкцій і матеріалів, що дозволяють довести термін служби знову споруджуваних і реконструйованих ліній до 70 і більше років.

Основні причини пошкодження проводів і грозозахисних тросів - перевищення ожеледевих навантажень, зношування від дії вібрації, «танці» й корозії. Відмови, пов'язані із втраченою несучою здатністю проводів носять зносовий характер і збільшуються приблизно на 3 – 5% на рік. Застосування в розрахунках підвищених середньо-експлуатаційних тяжінь в провадах (30% від розривного зусилля в проведенні замість 25% використовуваної в закордонній практиці), а також використання проводів і грозозахисних тросів з підвищеною несучою здатністю зажадало проектування посиленого вібраційного захисту із застосуванням гасителів вібрації нового покоління й протекторів, установлюваних на провадах у місцях підвіски.

Основною причиною порушення працездатності арматури, є дефекти виготовлення, монтажу, ремонту й становлять 50% від загального числа ушкоджень. Друге місце із причин ушкодження лінійних арматур займають знакозмінні навантаження – 33,4%. З першою причиною, що приводить до порушення працездатності лінійних арматур, необхідно боротися шляхом підвищення контролю при її виготовленні, монтажі й експлуатації.

Пошкоджуваність ізоляції на ПЛ становить 23 – 31% від загальної кількості порушень. Основними причинами ушкодження ізоляції є атмосферні перенапруги, які становлять близько 60% від всіх відмов, пов'язаних з перенапругою ізоляції.

Основною причиною, що викликає різке збільшення пошкоджуваності високовольтних ліній, є старіння матеріалу конструкції опор, проводів, арматур і ізоляторів. Лінії електропередачі піддаються старінню й зношуванню від корозії й знакозмінних навантажень, при цьому кількість відмов збільшується від 3-х до 5% на рік.

По кількості відмов на першому місці стоять проводи (52% з урахуванням грозових перенапруг і 37% без їхнього обліку), на другому місці ізолятори (відповідно 31% і 23%), на третім місці опори (13% і 9%), на четвертому – арматури (4% і 3%). Грозові перенапруги становлять 28%.

По вазі відмов, що приводять до серйозних наслідків для ліній електропередачі (більші витрати на відновлення й недовідпуск електроенергії) на першому місці стоять опори, потім проводи, арматура, ізоляція.

**Висновок.** Для підвищення експлуатаційної надійності ПЛ необхідно:

1. На стадії проектування повітряних ліній:
  - використовувати прогресивні технічні рішення й сучасні технології й матеріали, що підвищують надійність і довговічність ліній електропередачі;
  - розробити нові конструкції опор на базі багатогранних стоек, що дозволяють споруджувати нові лінії з більшим строком експлуатації, проводити технічне переозброєння й реконструкцію у всіх кліматичних районах з необхідним рівнем надійності, швидко відновлювати опори після аварій, що не дозволяє проведення актів вандалізму;
  - приділити основну увагу застосуванню гарячого цинкування при спорудженні нових ліній і комбінованих покриттів при реконструкції й ремонті;
  - використати ефективні засоби захисту від кліматичних впливів (багаточастотні гасителі вібрації, гасителі «танцю» й обмежники ожеледі);.
2. При експлуатації повітряних ліній:
  - підвищити рівень діагностики, тому що існуюча система діагностики стану ПЛ неефективна, що зв'язано як з відсутністю на об'єктах електричних мереж технічних засобів у необхідному обсязі, так і з недостатністю методичної бази по всьому спектрі можливих систем діагностики;
  - проводити інструментальне обстеження елементів ліній електропередачі ПЛ, експлуатованих більше 30 років з метою визначення обсягів реконструкції або ремонту;
  - вважати обов'язковим відновлення захисних покриттів при корозійних втратах;
  - проводити вчасно ремонт елементів повітряних ліній.
3. Інші шляхи підвищення експлуатаційної надійності ПЛ:
  - під час ремонту й реконструкції повітряних ліній застосовувати сучасні технології й матеріали;
  - урахувати зміни умов експлуатації;
  - використовувати спеціальні механізми й засоби.

#### **Список використаних джерел.**

1. Керівні вказівки з улаштування повітряних ліній електропередач 10 (6) кВ. – ГДК 34.20.505-2003. – Київ: Об'єднання енергетичних підприємств “Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики”
2. Енергетика – Параметри потоку відказів елементів електричної мережі. Режим доступу: <http://forca.ru/info/spravka/parametry-potoka-otkazovelementov-elektricheskoi-seti.html>. Назва з екрану

УКД 621.316.9

## ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Ігнатенко О.В. 22 СЕЕ

e-mail: volkus228@yandex.ru

Єфимчук О.А. 22 СЕЕ

Вінцковський Б.В. 22 СЕЕ

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У даній статті розглянуто причини виникнення реактивної потужності та питання компенсації реактивної потужності за допомогою трансформаторів.*

**Постановка проблеми.** Електричні мережі містять комбіновані опори (навантаження): активні (лампи розжарювання, електронагрівачі та ін.) і індуктивні (електродвигуни, розподільчі трансформатори, зварювальне обладнання, люмінесцентні лампи та ін.) які складають загальну потужність, що забирається від мережі.

Відставання струму по фазі від напруги в індуктивних елементах обумовлює інтервали часу коли напруга і струм мають протилежні знаки: напруга має позитивний знак, а струм негативний або навпаки. У цей момент потужність не споживається навантаженням, а подається назад по мережі до генератора. При цьому електроенергія, що запасється в кожному індуктивному елементі, поширюється по мережі, та не розсіюючись в активних елементах, здійснює коливальні рухи (від навантаження до генератора і назад). Відповідну потужність називають реактивною.

Повна потужність складається з активної потужності, що здійснює корисну роботу, і реактивної потужності, що витрачається на створення магнітних полів і створює додаткове навантаження на силові лінії живлення. Співвідношення між повною і активною потужністю, виражене через косинус кута між їх векторами, називається коефіцієнтом потужності.

Споживання реактивної потужності від енергопостачальної організації є недоцільним, тому що призводить до збільшення повної потужності генераторів, трансформаторів та збільшення перерізу підвідних кабелів, а також підвищення активних втрат і падіння напруги (через збільшення реактивної складової струму мережі живлення). Тому реактивну потужність необхідно компенсувати безпосередньо у споживача.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання компенсації реактивної потужності за допомогою трансформаторів.

**Основні матеріали дослідження.** Розглянемо компенсацію реактивної потужності за допомогою трансформаторів на прикладі найпростішої високовольтної лінії електропередачі до споживача (рисунк 1.). Навантаження потужністю  $S_n = 600 + j250$  МВА живиться від лінії 500 кВ від шин системи. Розподіл потоків потужності і значення напруг в вузлах нанесені прямо на схему.

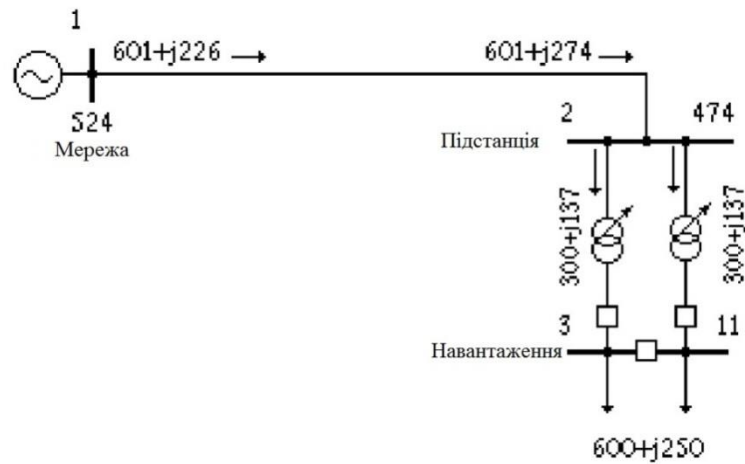


Рисунок 1 – Електропостачання в режимі навантаженням

Припустимо, що добовий графік навантаження нерівномірний і під час нічного провалу, потужність навантаження дорівнює нулю. При цьому напруга на шинах підстанції перевищує всі мислимі межі і досягає 568 кВ (рисунок 2).

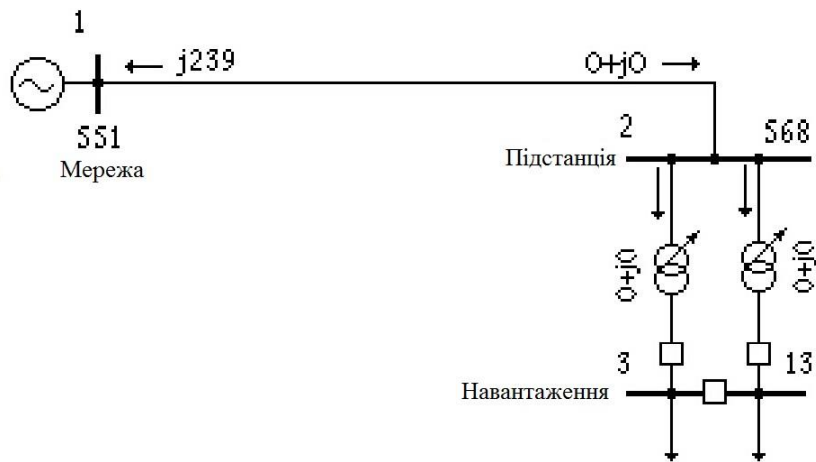


Рисунок 2 – Електропостачання в режимі холостого ходу

Оскільки в наведеній схемі електропередачі немає компенсуючих пристроїв, а енергосистема не може споживати реактивну потужність, то залишається лише можливість використовувати трансформатори. Якщо в паралельно працюючих трансформаторах встановити різні коефіцієнти трансформації, електрорушійна сила з'явиться в замкнутому контурі і викличе появу зрівняльного струму та додаткові втрати реактивної потужності. Дослідження проведені по даному режиму показують, що він цілком допустимий за умовами нагріву трансформаторів. Результати розрахунків дослідження даного режиму наведені на рисунку 3.



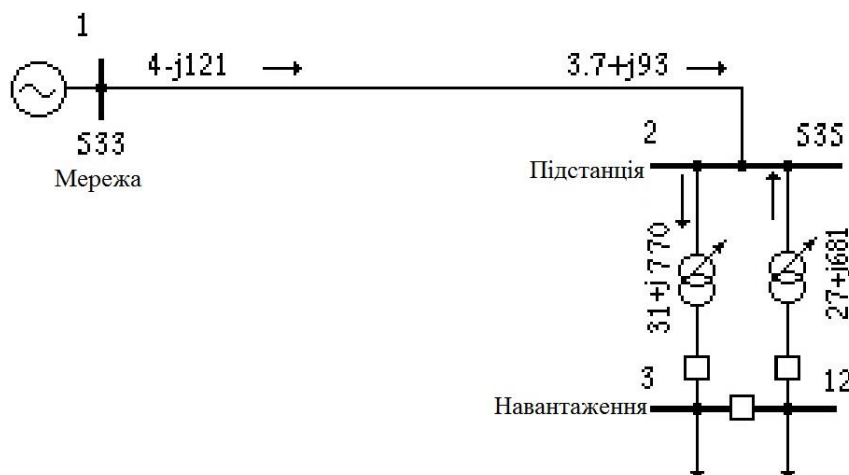


Рисунок 3 – Компенсація реактивної потужності за допомогою трансформаторів

На рисунку 3 видно, що зрівняльний струм в трансформаторах має індуктивний характер, це пояснюється відносно малим значенням активного опору трансформатора, яким за звичай нехтують. Внаслідок цього зрівняльна потужність, що протікає в замкнутому контурі, є реактивною:

$$S_{TP} = \frac{\Delta E}{r_{TP} + jX_{TP}} U = \frac{\Delta E (r_{TP} - jX_{TP})}{Z^2} U = P_{TP} - jQ_{TP}$$

Величина реактивної потужності, споживаної трансформаторами, визначається виразом:

$$\Delta Q_{TP} = I_{TP}^2 X_{TP}$$

**Висновки.** При розгляді наведених вище режимів роботи електропередачі бачимо, що втрати реактивної потужності в трансформаторах, від протікання зрівняльної потужності, еквівалентні включенню реактора потужністю 93 МВАр. При цьому напруга знижується до допустимої величини 535 кВ, але з'являються додаткові втрати активної потужності. Все сказане підтверджує висновок про необхідність застосування компенсуючих пристроїв для регулювання потоків реактивної потужності і рівнів напруги в мережах.

#### Літературні джерела

1. Герасимов С.Є., Горюнов Ю.П., Евдокунін Г.А., Іванов С.А. Чисельні та аналітичні методи аналізу режимів електричних систем. Навчальний посібник.-Л.: Видавництво ЛПІ, 1986.

2. Кучумів Л.А., Спиридонова Л.В. Втрати потужності в електричних мережах і їх взаємозв'язок з якістю електроенергії. Навчальний посібник.- Л.: Изд ЛПІ, 1985.

УДК 621.311

## ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ

Закревський Д., 3 курс

34244@mail.ua

Постол Ю.О., доцент, к.т.н.

yuliapostol111@gmail.com

Таврійський Державний Агротехнологічний Університет

*Розглянуті проблеми державного регулювання енергоаудиту в Україні та в інших країнах а також деякі аспекти рішення в зарубіжних країнах. Визначенні питання необхідності проведення енергоаудиту, виявленні актуальні проблеми енергетичних оглядів і запропонований ряд заходів по їх методичному рішенню в Україні.*

**Постановка проблеми.** Зважаючи на пріоритети розвитку енергетичної галузі нашої держави, та в умовах сьогодення, енергозбереження на підприємствах усіх галузей економіки набуває стратегічного значення енергетичного аудиту та впровадження енергетично ефектвної стратегії розвитку підприємств України, дозволить знизити втрати, вивільнити кошти для модернізації мереж, знизити фінансове навантаження споживачів води, тепла, електроенергії, природного газу, вугілля та інших ресурсів, особливо в умовах зростаючих тарифів на енергоносії.

**Аналіз останніх досліджень.** Енергоаудит набув широко поширення лише декілька років тому. Зв'язане це більше з євроінтеграцією ніж з бажанням дійсно почати заощаджувати кошти та підвищувати ефективність енергосистем.

Незважаючи на те, що Україна належить до держав світу, які мають запаси майже всього спектру поливно-енергетичних ресурсів. На сьогоднішній день рівень їх видобутку забезпечує вітчизняну економіку менше ніж на 50%. Незадовільний стан енергетичної галузі обумовлений зношеністю фондів на 60-70%, що вимагає розробки і реалізації інвестиційних програм з його оновлення та модернізації.

**Мета статті.** Метою даної роботи є виявлення в системі енергоаудиту України проблем та вирішення їх, скориставшись іноземним досвідом та проаналізувавши енергосистеми країни.

**Основна частина.** Наразі в Україні все більш актуальною стає проблема, коли взимку в приміщенні мікроклімат є некомфортним, хоча до будинку подаються енергоносії, за які доводиться сплачувати кошти.

Однією з головних причин є втрати енергії при її передачі та марнування ресурсів. Для встановлення джерел втрат енергії та розробки заходів щодо їх зменшення КИВЕНЕРГО, УКРЕНЕРГОАУДИТ, ЕСКО та інші організації пропонують своїм клієнтам нову послугу – енергетичний аудит об'єктів. Він дозволяє визначити наскільки ефективно використовуються ресурси та розробити рекомендації для скорочення їх споживання.

Висока енергоємність ВВП в Україні є наслідком суттєвого технологічного відставання від рівня розвинутих країн, незадовільної галузевої структури національної економіки, негативного впливу “тіньового” сектора економіки, зокрема, імпортно-експортних операцій, що об'єктивно обмежує конкурентоспроможність національного виробництва і лягає важким тягарем на економіку – особливо за умов її зовнішньої енергетичної залежності та війни, яка призвела до того що Україна втратила можливість видобутку вугілля на південно-східній частині територій. На відміну від промислово розвинутих країн, де енергозбереження є елементом економічної та екологічної доцільності, для України – це питання виживання в ринкових умовах та входження на європейські та світові ринки. Для цього підлягає розв'язанню проблема збалансованого платоспроможного попиту як на внутрішньому так і на зовнішньому ринках, а також диверсифікації імпорту паливно-енергетичних ресурсів.

Фактор енергозбереження є одним із визначальних для енергетичної стратегії України. Від його рівня залежить ефективне функціонування економіки.

Стан енергетичних мереж України можна охарактеризувати, м'яко кажучи, як незадовільний. Втрати енергії при транспортуванні тепловими мережами становлять до 18%. Упровадження сучасних методів енергозбереження підвищить економію паливних ресурсів та зменшить екологічно-деструктивний вплив на навколишнє середовище.

Недосконалою є і система споживання теплової енергії. У результаті неефективної теплоізоляції житлових будівель 30 – 50% тепла розсіюється в довкіллі. За останні 5 років обсяг споживання паливно-енергетичних ресурсів у комунально-житловому секторі не зменшувався. На одного мешканця в будівлях із централізованим теплопостачанням у перерахунок на 1 м<sup>2</sup> площі витрачається 1,4 т умовного палива за рік, що в 1,5 рази більше, ніж у США, і в 2,5 – 3 рази більше, ніж у Швеції.

Розглядаючи закордонний досвід формування енергоаудиту слід відмітити, що цей феномен розвивався як самостійний вид аудиторської діяльності у зв'язку з різким зростанням цін на енергоносії.

Яскравим прикладом є досвід Німеччини. Так у 2008 році субсидії на реконструкцію будівель з метою зниження енергоспоживання склали близько 1,5 млрд. євро. Для власників житла, котрі планують провести реконструкцію будинку з метою покращення енергозбереження, передбачається зниження податків на 20%, а також пільгові кредити під проекти. В Німеччині також введенні енергетичні паспорти на нерухомість. Однією з цілей введення цього документу є надання покупцям або орендарям інформації про енергоспоживання, а також цей документ демонструє можливості більш економічного споживання енергії. Такий паспорт коштує від 150 до 500 євро. Чого в нашій країні непередбачено. Окрім деяких приватних компаній, які можуть зробити енергопаспорт будівлі, який коштуватиме 4-9 тис. гривень.

К прикладу, в Фінляндії для кожної сфери підприємств і клієнтів діють різні моделі проведення енергоаудиту. Є можливість вибору між аудитом і аналізом. Аналіз коштує дорожче, але з'являється можливість більш детально і точно все підрахувати. В залежності від підприємства прийдеться заплатити різну суму. К прикладу, енергоаудит невеличкого готелю може коштувати 2-3 тис. євро, а крупного промислового підприємства близько 400 тис. євро. Влада Фінляндії зацікавлена не тільки в використанні підприємствами цих послуг, але і в результатах, оскільки виділяє кошти на експертизу проектів. В нашій країні за всіма речами потрібен суровий нагляд, чого нажалі немає, але є один суттєвий плюс енергоаудиту в Україні – це ціна від 800 гривень до 30 тис. гривень.

**Висновки.** Серед багатьох проблем енергоаудиту України виділимо основні:

- 1) Поганий контроль зі сторони держави за якістю і термінами енергоаудиту;
- 2) Нестача необхідного досвіду проведення енергоаудиту підприємств різних галузей;
- 3) Фінансові проблеми зі сторони замовника;
- 4) Небажання компаній, які постачають енергоносії, проводити ремонт і заміну старих зношених енергосистем, що приводить до значних збитків;
- 5) Відсутність фінансової допомоги зі сторони держави у вигляді пільг та субсидій на збільшення енергоефективності житлово-комунальних господарств, будівель та підприємств.

#### **Список використаних джерел.**

1. Закон України «Про пріоритетні напрямки інноваційної діяльності в Україні» із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 16 жовтня 2012 року № 5460-VI [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/T113715.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/T113715.html)
2. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc>

УДК 662.756.3

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ СУМІШЕВОГО БІОПАЛЬНОГО ОБРОБЛЕНОГО В ГОМОГЕНІЗАТОРІ

Струков В., 2 курс

Риженко О., 2 курс

Сало І., 2 курс

Кушлик Р.В., к.т.н., доцент

e-mail: [Kushlykroman@mail.ru](mailto:Kushlykroman@mail.ru)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*В роботі приведено результати експериментальних досліджень по впливу  
механічної обробки сумішевого біопального на в'язкість*

**Постановка проблеми.** Сучасне сільське господарство є одним із основних споживачів дизельного пального. Збільшення цін на нафтопродукти через зменшення запасів нафти в нафтових родовищах впливає на здороження світлих нафтопродуктів і як наслідок здороження виробництва сільгосппродукції. Проведений аналіз рідних видів альтернативних палив показав, що для України найбільш перспективним є застосування сумішевого пального, яке складається із метилового ефіру рослинної олії (МЕРО) і дизельного пального (ДП). Найбільше розповсюдження серед палив рослинного походження в Україні отримало біодизельне паливо, яке приготовлено на основі ріпакової і соняшникової олії і передбачає сертифікацію дизельного палива з 7 % добавкою (B7) метилових ефірів жирних кислот в дизельне паливо [1].

Як показує практика при збільшенні метилового ефіру рослинної олії (МЕРО) в дизельних паливах більше 7% підвищується в'язкість палива і як наслідок відбувається закоксуваність паливної апаратури, зниження потужності дизеля, підвищені витрати палива.

**Аналіз останніх досліджень.** На підставі результатів досліджень проведених Уханов А.П., Семенов В.Г., Фомін В.Н., Фадеев С.А., Шматок О.І., Фокін Р.В., Громаков А.В. і інших дослідників встановлено, що до чинників ефективності використання біопального в АПК відносяться відновлювальність, екологічність, економія дизельного пального, застосування палива без конструктивних змін двигуна, підвищення ресурсу двигуна. Виготовлення сумішевого біопального потребує змішування його компонентів. Від вибору відповідного обладнання або пристроїв для зазначеної стадії процесу, по суті, залежить ефективність використовуваної технології.

**Мета статті.** В статті поставлена мета проаналізувати зміну в'язкості сумішевого біопального при додаванні в дизельне паливо 10, 20, 30, 40 і 50% МЕСО (метиловий ефір соняшникової олії) після обробки його в гомогенізаторі.

### **Основні матеріали досліджень.**

Для дослідження були вибрані наступні види дослідних палив:

- товарне мінеральне дизельне паливо Л-0,2-62;
- метил ефір соняшникової олії;

- дизельне сумішеве паливо, яке складається із суміші мінерального дизельного палива і МЕСО в процентному відношенні 90% ДП+10% МЕСО, 80% ДП+20% МЕСО, 70% ДП+30% МЕСО, 60% ДП+40% МЕСО, 50% ДП+50% МЕСО не оброблених і оброблених в гомогенізаторі MPW-302. Максимальна швидкість обертання вала гомогенізатора складає 9000 об/хв., потужність двигуна - 300 Вт, напруга -220В, об'єм ємності для рідини – 400 мл.

На рис. 1 представлено загальний вигляд гомогенізатора і технологічного обладнання для проведення дослідів.

Методика проведення експериментальних досліджень заключалась в наступному:

В дизельному пальному марки Л-02-62 і МЕСО при температурі 20<sup>0</sup>С з п'ятикратною повторністю були визначні в'язкість за допомогою віскозиметра.

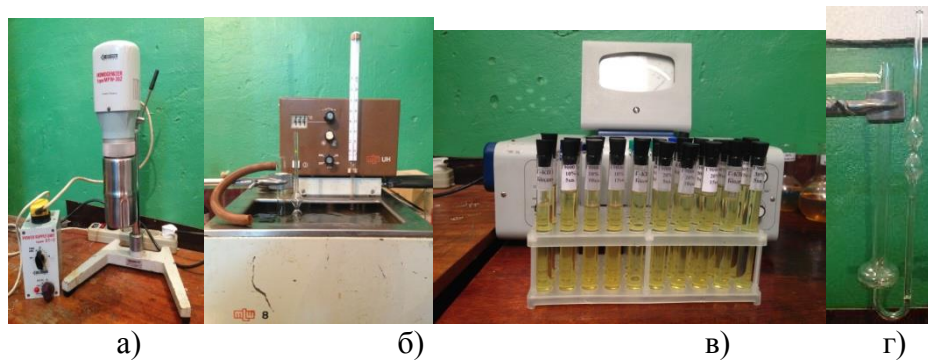


Рисунок 1 - Загальний вигляд гомогенізатора (а) і технологічного обладнання для проведення дослідів ( б - водяний термостат УН-8, в - фотокалориметр КФК-2 з пробірками контрольних і оброблених проб, г - віскозиметр ВПЖ- 4,

Так в'язкість в ДП складала 3,981 мм<sup>2</sup>/с, а в МЕСО – 6,07 мм<sup>2</sup>/с. Потім були визначені в'язкість за допомогою віскозиметра в сумішевих паливах при температурі 20<sup>0</sup>С з п'ятикратною повторністю. В'язкість в сумішевих необроблених пробах складала: Суміш 1 - 10% МЕСО – 4,357 мм<sup>2</sup>/с; суміш 2 - 20% МЕСО – 4,628 мм<sup>2</sup>/с; суміш 3 - 30% МЕСО – 4,771 мм<sup>2</sup>/с; суміш 4 - 40% МЕСО – 4,921 мм<sup>2</sup>/с; суміш 5 - 50% МЕСО – 5,262 мм<sup>2</sup>/с.

Потім ми зрівняли результати наших досліджень з результатами аналогічних досліджень, які були проведені Васильєвим І.П. з Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля м. Луганськ (рис.2) [2] Різниця в дослідженнях заключалась в тому, що ми використовували метил ефір соняшникової олії, а Васильєв І.П. метил ефір ріпакової олії.

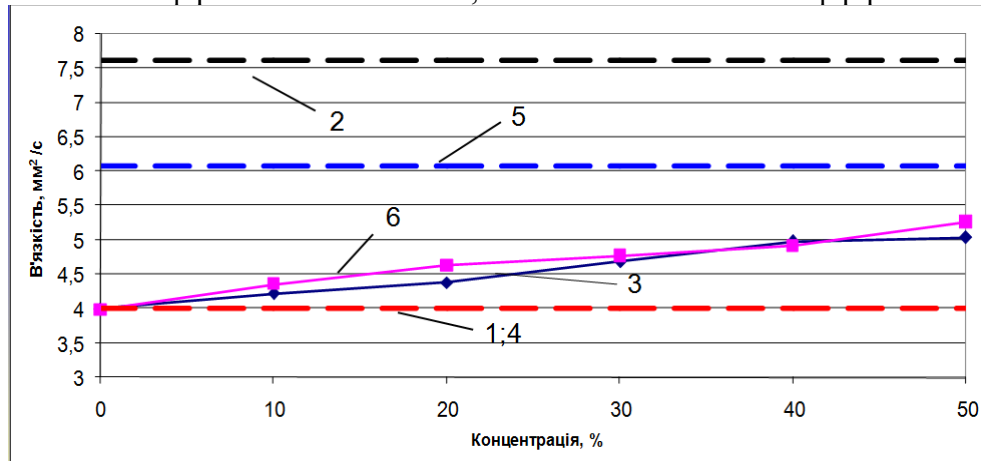


Рис 2. Залежність в'язкості біопального від концентрації МЕСО в ДП: 1, 2 і 3 – в'язкість дизельного пального, МЕРО і сумішевого пального Васильєва І.П., відповідно; 4, 5 і 6 – в'язкість дизельного пального, МЕСО і сумішевого пального ТДАТУ відповідно.

Аналізуючи отримані результати необхідно відзначити, в'язкість дизельного пального майже однакова 3,981 мм<sup>2</sup>/с, та 4,0 мм<sup>2</sup>/с. В'язкість МЕСО і МЕРО різна і складає 6,07 мм<sup>2</sup>/с., та 7,55 мм<sup>2</sup>/с. За рахунок різної в'язкості МЕРО і МЕСО значення в'язкості сумішей теж різні, проте необхідно відзначити те, що в обох випадках при зростанні частки МЕРО або МЕСО в дизельному пальному в'язкість сумішевого біопального збільшується.

Методика механічної обробки сумішевого пального полягала в наступному: в ємність гомогенізатора заливалась одна із приготовлених проб біопального і почергово виставлялась тривалість механічної обробки 5, 10, 15 хвилин. Після чого проводились вимірювання температури сумішей і в'язкості біопального за допомогою віскозиметра. На рис 3 представлено залежність температури суміші МЕСО від часу обробки в гомогенізаторі.

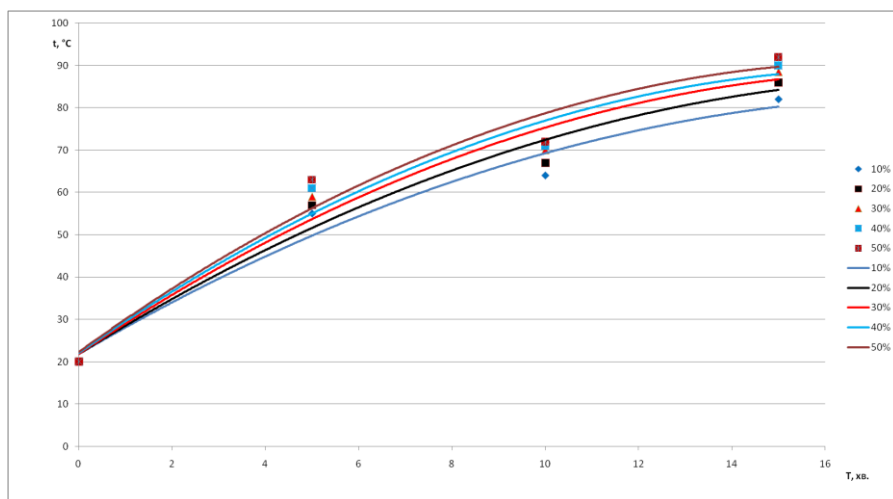


Рис. 3 Залежність температури суміші МЕСО від часу обробки в гомогенізаторі

Слід зазначити, що чим більша частка МЕСО в пробах дизельного пального і більший час його обробки, тим більша температура нагрівання зразків. Так, при обробці сумішей біопального протягом 5 хв температура зразків знаходилась в діапазоні 55–63 °С, за тривалості оброки 10 хв – 64–72 °С і 15 хв – 82–92 °С.

На рис. 4 представлено залежності в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження після обробки в гомогенізаторі протягом 5 хвилин.

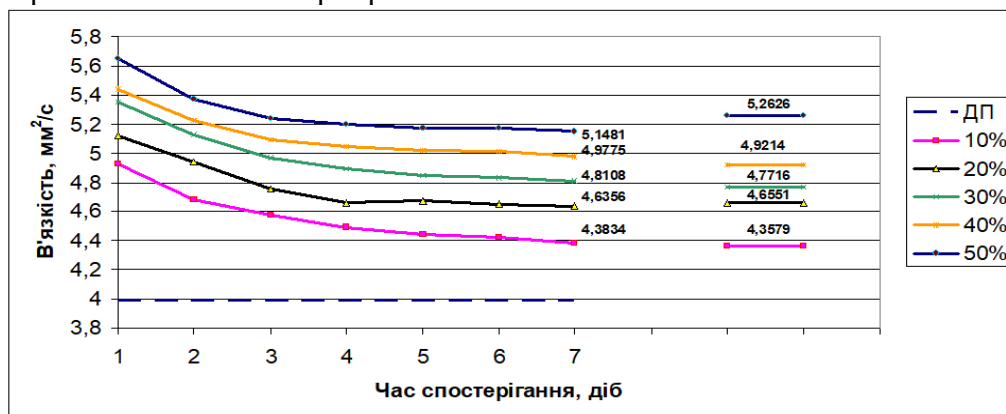


Рис.4 Залежність в'язкості сумішевого біопального від часу спостереження після обробки в гомогенізаторі протягом 5 хв

З правої сторони приведені результати в'язкості необроблених зразків, а з лівої-результати в'язкості оброблених зразків в гомогенізаторі. Слід звернути увагу на те, що кінцеве значення в'язкості сумішевого біопального, обробленого протягом 5 хв в гомогенізаторі, по відношенню до його необробленого стану не змінилось.

**Висновок.** Збільшення часу обробки сумішевого біопального в гомогенізаторі призводить до зростання температури зразків. Після обробки сумішей 90%ДП+10%МЕСО, 80%ДП+20%МЕСО, 70%ДП+30%МЕСО, 60%ДП+40%МЕСО, 50%ДП+50%МЕСО в гомогенізаторі на протязі 5, 10 і 15 хвилин кінцеве значення в'язкості після 10 діб спостереження не змінилось по відношенню до необробленого біопального.

#### Список використаних джерел

1. ДСТУ 4840:2007. Паливо дизельне підвищеної якості. Технічні умови. [www.kvs.do.am/publ/dstu/dstu48402007/3-1-0-496](http://www.kvs.do.am/publ/dstu/dstu48402007/3-1-0-496).

2. ВасильевИ. П. Альтернативные топлива, энергетика. Растительные топлива для дизелей / И. П. Васильев. Восточно-украинский национальный университет им. В. Даля, г. Луганск. <http://www.newchemistry.ru/letter.phpn.id>.

УДК 621.316.9

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Тараненко Є.В., 2с курс

e-mail: taranenkov1995@gmail.com

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена ефективності функціонування електротехнічних пристроїв систем електропостачання*

**Постановка проблеми.** Удосконалення існуючих і створення нових технічних рішень по технології та пристроям, що забезпечують зниження втрат електричної енергії в електричних системах, розвивають методологію та науковий обіг раціонального управління їх режимами роботи. Втрати електричної енергії в електроживлячих системах викликані в основному характеристиками гармонійних складових електричної енергії і провалами напружень, які формують електроспоживачі промислових підприємств і міської електрогосподарства. Величина втрат електричної енергії досягає 25 ... 30%, що призводить до зниження ефективності технологічного та електромагнітного характеру, а отже, до скорочення терміну служби електроустаткування і порушення нормального ходу технологічних процесів споживачів.

**Аналіз останніх досліджень.** Компенсація реактивної потужності, викликані вищими гармоніками електричної енергії, і, провалів напруги в комплексі, шляхом визначення раціональних параметрів електротехнічних систем, що забезпечують необхідний рівень ефективності функціонування електроживлячих систем, на основі топології їх розподілу та закономірностей формування керуючих впливів, для гнучкого управління її динамікою і режимами роботи електроенергетичної системи, є актуальною науковою задачею. Для підвищення ефективності функціонування електроживлячих систем шляхом обґрунтування раціональних параметрів електротехнічних пристроїв, що забезпечують необхідний рівень компенсації реактивної потужності і провалів напруги в комплексі, топології їх розподілу та закономірностей формування керуючих впливів для гнучкого управління її динамікою і режимами роботи, необхідно: провести аналіз конструктивних схем, методів розрахунку параметрів і надійності електротехнічних пристроїв і способів управління режимами роботи електроживлячих систем і умов їх експлуатації. Визначити функціональні зв'язки, що враховують в комплексі формування реактивної потужності і провали напруги і їх вплив на втрати електричної енергії в електроживлячих системах. Розробити математичну модель формування топології і керуючих впливів в електроживлячих системах, які враховують в комплексі характеристики реактивної потужності і провали напруг, забезпечують ефективне функціонування електротехнічних пристроїв і зниження втрат електричної енергії. Обґрунтувати раціональні режимні параметри і гнучку динаміку топології управління електротехнічними пристроями електроживлячих систем для зниження втрат електричної енергії. Визначити умови можливості бути реалізованим конструкційної і функціональної надійності електротехнічних пристроїв, що забезпечують раціональні режими роботи та розподіл електроенергії електроживлячих систем. Розробити методику визначення раціональних параметрів електротехнічних пристроїв електроживлячих систем, структури і топології управління її режимами роботи. Чисельні та експериментальні дослідження режимів роботи електротехнічних пристроїв і електроживлячих систем при застосуванні розроблених технічних рішень з управління перехідними процесами в процесі їх експлуатації. Це дозволить досягти необхідного рівня надійності функціонування електроживлячих систем на основі ефективного закону і структури управління перехідними процесами електротехнічних пристроїв, які засновані на застосуванні теорії електричних ланцюгів, автоматичного управління, теорії надійності технічних систем, ймовірностей і

математичної статистики, чисельних методів та експериментальних досліджень із застосуванням ЕОМ.

**Формулювання цілей.** Проводиться узагальнення і аналіз конструктивних схем і методів розрахунку параметрів і надійності електротехнічних пристроїв електроживлячих систем, що забезпечують зниження втрат електричної енергії.

**Основні матеріали дослідження.** При розгляді функціонування системи електропостачання, аналізована підстанція складається з двох систем шин, які живляться від незалежних джерел E1 і E2. [5] Наведені опори живильної системи в цих точках будуть відповідно Zc1 і Zc2. Опору навантажень кожної з секцій шин позначимо відповідно Zn1 і Zn2. Опір навантаження другої секції шин Zn2 постійно. Опір Zn1 змінюється в часі і характеризує перехідні режими в електричній системі, наприклад, одночасне включення групи електродвигунів або коротке замикання на відходить фідерів. За допомогою цього опору моделюється кидок споживання струму на другій секції шин. На рис. 1 - 3 показані параметри кидків струму на секціях шин, що призводять до провалів напруги в електроживлячій системі [6]. При аналізі розглянуті схеми розподілу електричної енергії 0,4 кВ та 6 (10) кВ, розподільні мережі і вузли навантаження, фізичні процеси, їх характеристики і методи моделювання перехідних процесів в електроживлячих системах. Вибіркові вимірювання проводилися з метою: визначення характеру і діапазону змін діючих і миттєвих значень напруг і струмів, активних і реактивних потужностей, коефіцієнтів потужності по всіх фазах, спектральних складів напруг і струмів на електричних підстанціях та окремих електроустановках; виконання комп'ютерної обробки результатів реєстрації та їх аналіз; уявлення і документування результатів обстеження; формування пропозицій щодо поліпшення якості споживаної електричної енергії.

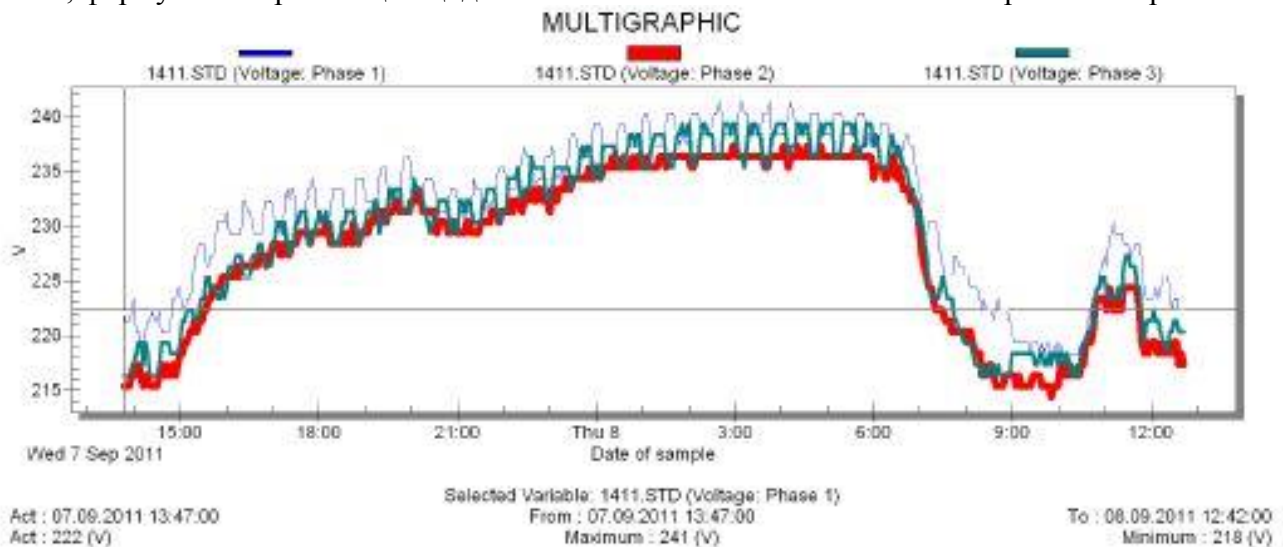


Рис. 1. Зміна фазних напруг в часі

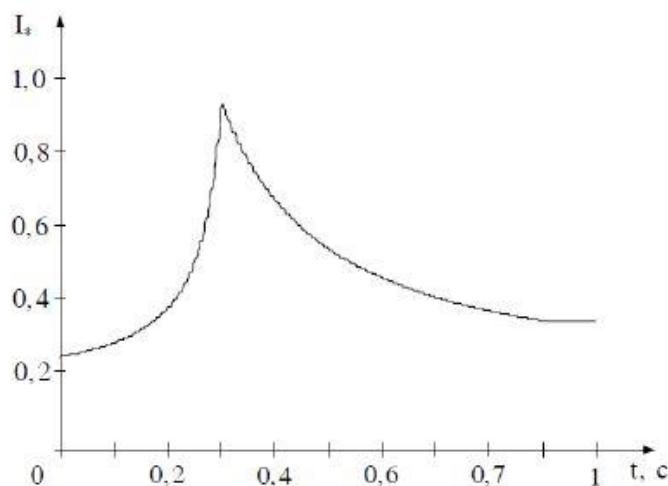


Рис 2. Стрибок струму на першій секції шин.



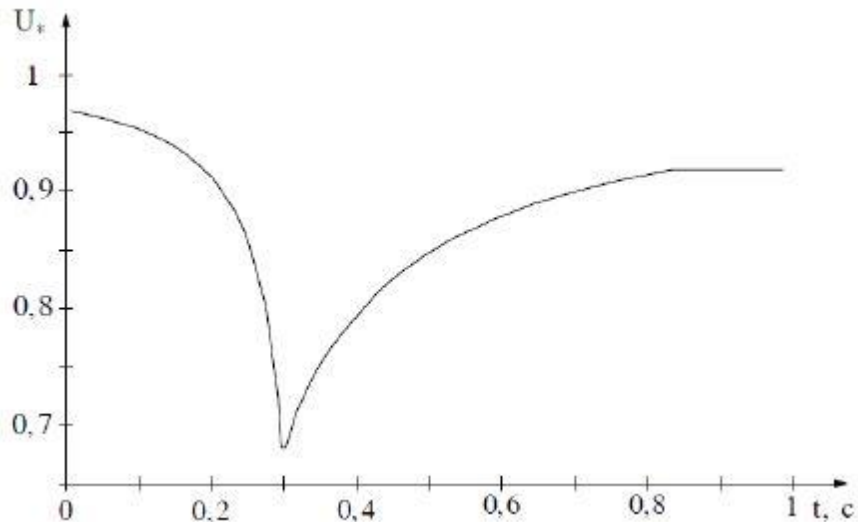


Рис 3. Падіння напруги на першій секції шин

При оцінці ефективності конструктивних схем враховувалася їх роздільна здатність і можливість обмеження провалів напруги і гармонійних складових в комплексі. Одним із сучасних підходів до формування структури функціональних зв'язків конструктивної схеми, що забезпечує необхідний рівень роздільної здатності та обмеження провалів напруги і гармонійних складових в комплексі, є нейронна мережа в системі раціонального управління енергетичними потоками на основі реакції енергетичного потоку на зміну стану аналізованої електроживлення мережі і базових зв'язків найбільш адаптуються є однолінійна схема регульованої конденсаторної установки з блоком управління АРБК і структурні схеми відновлення провалів напруги в комплексі.

**Висновки.** Необхідно на даному етапі розробити нові технічні рішення, що забезпечують необхідний рівень роздільної здатності та обмеження провалів напруги і гармонійних складових в комплексі для ефективного зниження втрат електричної енергії в електроживлячих системах.

#### Список використаних джерел.

1. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок [Текст] / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков. М.ф: Высшая школа, 2001. 336 с.
2. Князевский Б.А. Электроснабжение промпредприятий [Текст]: учебник для вузов / Б.А. Князевский, Б.Ю. Липкин. М.: Высшая школа, 1986. 400 с.
3. Чепмэн Д. Провалы напряжения [Текст] / Д. Чепмэн // Электроцех. 2007. №8. С. 46–50.
4. ГОСТ 13109 – 97. «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
5. ГОСТ Р 51317.4.11–2007 (МЭК 61000–4–11:2004) 2008. Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к провалам, кратковременным прерываниям и изменениям напряжения электропитания: Требования и методы испытаний.
6. Степкина Ю.В. Использование программного комплекса для оценки показателей структурной надежности схем электроснабжения промышленных предприятий [Текст] / Ю.В.Степкина, А.А. Гришкевич // Проблемы электротехники, электроэнергетики и электротехнологии: Труды 2 Всероссийской научно–технической конференции с международным участием. Тольятти, 16–18 мая 2007. Ч. 1. С. 187–189 с.
7. Аракелян А.К. Анализ провалов напряжения при пуске электродвигателей с вентиляторной нагрузкой [Текст] / А.К.Аракелян, А.Г. Калинин // Электричество. 2011. № 6. С. 46–50.

УДК [620.9+681.138.8]:657

## ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ

**Білоножко Д.В.,** магістрант

**e-mail:** [dimon.belonozhko@gmail.com](mailto:dimon.belonozhko@gmail.com)

**Соколова К.М.,** магістрант

**e-mail:** [sokolovakm96@gmail.com](mailto:sokolovakm96@gmail.com)

**Чебанов А.Б.** к.т.н

**e-mail:** [chebanov-ab@yandex.ru](mailto:chebanov-ab@yandex.ru)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті розглянуто застосування автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії у промисловості*

**Постановка проблеми.** В умовах ринкової економіки збільшення вартості енергетичних ресурсів призвело сьогодні до необхідності вести точний облік споживання електроенергії. Для гарантування чіткого і об'єктивного обліку, електроенергії актуальним завданням для споживачів є створення на промислових об'єктах автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) [1,2].

**Аналіз останніх досліджень.** Вартість енергетичних ресурсів за останні декілька десятирічків років сильно збільшилась. У зв'язку з переходом економіки країни на ринкові умови роботи важливого значення набувають питання достовірного обліку електроенергії на всіх ділянках і рівнях її виробництва, передачі та споживання. Найпоширенішим видом приладів для вимірювання активної і реактивної енергії є лічильники. Принцип дії індукційних приладів обліку полягає у взаємодії магнітного поля напруженої та струмової котушок з вихровими струмами, що наводяться цими полями в алюмінієвому диску. Але ці лічильники не забезпечують чіткого і постійного контролю потужності. [3].

**Мета статті.** Аналіз застосування автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії у промисловості.

**Основні матеріали дослідження.** Система обліку електроенергії є територіально розподіленою інформаційно-вимірювальною системою з багаторівневою організацією і ієрархічною системою обробки інформації. Кількість рівнів і архітектура побудови системи визначаються на стадії розробки технічного завдання і залежать від складності і кількості енергооб'єктів. Стандартна схема багаторівневих автоматизованих систем представлена на рис. 1.

*Нижній рівень*

*Середній рівень*

*Верхній рівень*



Рисунок 1 – Стандартна схема багаторівневих автоматизованих систем

Нижній рівень забезпечує вимірювання, обчислення і зберігання даних про фактичне споживання електроенергії. Середній рівень виконує збір, зберігання і передачу даних на верхній рівень. Верхній рівень забезпечує ведення бази даних, візуалізацію даних про фактичне споживання електроенергії, формування звітів

За допомогою автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії можуть аналізуватися наступні дані: фактичні комерційні витрати електроенергії за будь-який період (миттєві витрати, година, доба, місяць, рік, за весь період вимірювань) в рамках конкретного об'єкта, групи об'єктів, муніципального району, міста, області, регіону і тощо; показники якості енергоресурсів; технічний стан обладнання; технічний стан інженерних мереж; несанкціонований доступ до приладів обліку.

Завдяки АСКОЕ можуть формуватися наступні звіти: обсяги споживання електроенергії за заданий період в табличній і графічній формі (рисунк 2); технічні та комерційні втрати; баланс енергоспоживання по кожному енергоресурсу; журнал подій (позаштатні та аварійні ситуації, стан мереж і обладнання).

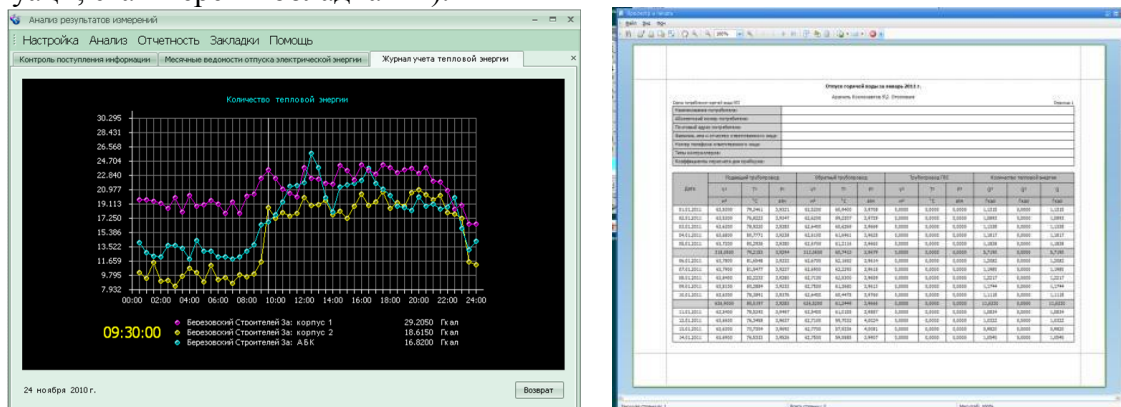


Рисунок 2 – Графічна форма; таблиця

Для якісної експлуатації потрібні канали зв'язку: провідний і безпроводний Інтернет; силова електрична мережа (PLC-зв'язок); радіочастота 433МГц або 2,4 ГГц; телефонні канали зв'язку в тому числі GSM data; будь-які інші провідні канали зв'язку.

З використанням АСКОЕ, можна досягти зниження втрат електроенергії за рахунок виявлення фактів їх розкрадання і швидкого виявлення аварійних ситуацій; зниження споживаної потужності на підприємстві в години пікових навантажень енергосистеми за рахунок оперативного контролю та системи лімітування; зниження споживання електроенергії завдяки посиленню дисципліни її використання; зниження витрат на електроенергію за рахунок переходу на оптимальний тариф і зміни графіка роботи цехів і підрозділів відповідно до цього тарифом; виняток штрафів за перевищення заявленої потужності в години максимальних навантажень енергосистеми; зниження витрат на покупку електроенергії за рахунок виходу на оптовий ринок; оптимізація витрат на оплату праці завдяки автоматизації процесів; зниження числа неоплачених рахунків за рахунок можливості оперативного дистанційного лімітування споживання електроенергії; зниження тимчасових витрат на технічні та управлінські рішення щодо впровадження енергозберігаючих заходів.

Економічний ефект від впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії в середньому складає 5-20% в рік від сумарного споживання). В результаті впровадження АСКОЕ з'являється можливість в будь-який момент отримувати дані про споживання електроенергії, що дозволяє налагодити її раціональне використання. Крім того, можуть бути налагоджені оплата за різними тарифами, обмеження перевитрати, організація багаторівневих систем. Можливість оперативно отримувати дані обліку дозволяє запобігти розкрадання електроенергії [4].

**Висновок.** Таким чином АСКОЕ дозволяє організувати оперативний і достовірний збір інформації, перейти на багатотарифну систему оплати за спожиту електроенергію, скоротити витрати на контролюючий персонал, мінімізувати втрати електроенергії за рахунок контролю, аналізу і виключення нераціонального використання електроенергії в місцях загального користування, автоматизувати виписки рахунків абонентів.

#### Список використаних джерел.

1. Школа електрика. Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/uchet/1675-primenienie-avtomatizirovannykh-sistem.html>.
2. НАКАЗ від 17.04.2000 року N 32/28/28/276/75/54 Про затвердження Концепції побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку.
3. Вікіпедії — Лічильник електричної енергії. Режим доступа: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Лічильник\\_електричної\\_енергії#](https://uk.wikipedia.org/wiki/Лічильник_електричної_енергії#).
4. ТелеСистемы. Режим доступа: [http://www.telesystems.info/uchet\\_electro](http://www.telesystems.info/uchet_electro).

УДК 621.316.9

## ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УМОВАХ ДОМАШНЬОГО ГОСПОДАРСТВА

Мамонтов Р.В., 2с курс

e-mail: romanmamontov8@gmail.com

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Розглянуто питання економії електричної енергії при використанні сонячних панелей.*

**Постановка проблеми.** Безперечно, що без електричної енергії неможливе нормальне життя сучасної цивілізації. Тому надзвичайно важливим є забезпечення високої надійності постачання електроенергії, раціональне її використання, тобто максимальне скорочення втрат в процесі її виробництва, передачі та розподілу. На сьогоднішній день використання електричної енергії досягло великих обсягів, а ціна за цю електроенергію з кожним роком лише зростає. постає питання використання альтернативних джерел енергії.

**Аналіз останніх досліджень.** Для уникнення людством «енергетичного голоду» та усунення шкідливого впливу на навколишнє середовище вчені шукають нові шляхи одержання електричної енергії, збільшення її потужності та підвищенням коефіцієнта корисної дії установок для перетворення сонячної енергії в електричну. Рівень розвитку продуктивних сил суспільства, здатність виробляти матеріальні блага і створювати кращі матеріальні умови для життя визначається рівнем виробництва і споживання електричної енергії.

Електрична енергія має дві чудові властивості: вона може передаватись на великі відстані з порівняно малими втратами і може легко перетворюватись в інші види енергії.

Зростання масштабів споживання електричної енергії, загострюється проблема охорони навколишнього середовища значно активізували пошуки більш екологічно чистіших способів одержання електричної енергії. У всьому світі проводяться дослідження способів освоєння термоядерної енергії, прямо без машинного перетворення внутрішньої і хімічної енергії в електричну: магнітогідродинамічні, термоелектричні й термоелектронні генератори, паливні елементи тощо.

**Мета статті.** На сучасному етапі розвитку нашої країни дуже важливим є застосування сонячних технологій. Особливого значення набувають ці питання у енергоємних технологіях. Важливим є обґрунтування економічної доцільності застосування сонячних панелей на просторах нашої країни, так як велика частка заощаджень населення України йде на сплату за використану електроенергію.

**Основні матеріали дослідження.** Сонячні батареї, як джерело електроенергії, сьогодні вже важко назвати чимось незвичним. Уперше їх почали застосовувати для енергозабезпечення космічних станцій більше 40 років тому, сьогодні сонячні батареї міцно ввійшли в побут як джерело екологічно чистої й безкоштовної енергії.

Сонце завжди посилало й посилає на землю мільярди кіловат променевої енергії й це джерело буде існувати ще багато мільйонів років. Здавалось би, навіщо будувати атомні, теплові й гідроелектростанції? Бери й користуйся сонячною енергією. Однак сонячні батареї, про які піде мова, поки застосовуються в Україні досить обмежено. У чому ж причина?

За принципом роботи сонячна батарея являє собою фотоелектричний генератор постійного струму, який використовує ефект перетворення променевої енергії в електричну. Точніше, у сонячних батареях використана властивість напівпровідників на основі кристалів кремнію.

Кванти світла, потрапляючи на пластину напівпровідника, вибивають електрон із зовнішньої орбіти атома даного хімічного елемента, що створює достатню кількість вільних електронів для виникнення електричного струму.

Однак для того, щоб напруги й потужності такого джерела було достатньо для застосування в побутових цілях, одного або двох кремнієвих елементів недостатньо. Тому їх збирають у цілі панелі, де з'єднують паралельно або послідовно. При цьому площа таких панелей може становити від декількох квадратних сантиметрів до декількох квадратних метрів. Збільшуючи кількість панелей можна добитися більшої генерованої потужності сонячною батареєю. Однак продуктивність сонячної батареї залежить не тільки від площі, але також від інтенсивності сонячного світла й кута падіння променів. Отже, продуктивність сонячної батареї залежить від місцевості й географічної широти, де розташований будинок, від погоди й пори року, від часу доби.

Крім того, щоб система із сонячних батарей працювала й подавала енергію в мережу, потрібно встановити ряд додаткових електроприладів, зокрема: інвертор, що перетворить постійний струм у змінний; акумуляторну батарею, роль якої накопичувати енергію й згладжувати перепади напруги через зміну освітленості; контролер заряду акумулятора, який не дозволяє акумулятору перезарядитися або розрядитися завчасно. Усе це в комплексі називається «автономною системою енергопостачання» на основі сонячних батарей.

У той же час у системі, яка працює на постачання енергії в загальну мережу, акумулятори й контролери не потрібні. Необхідний тільки мережевий інвертор.

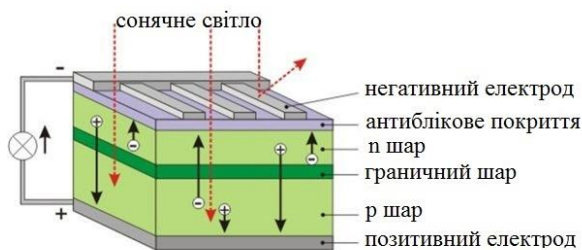
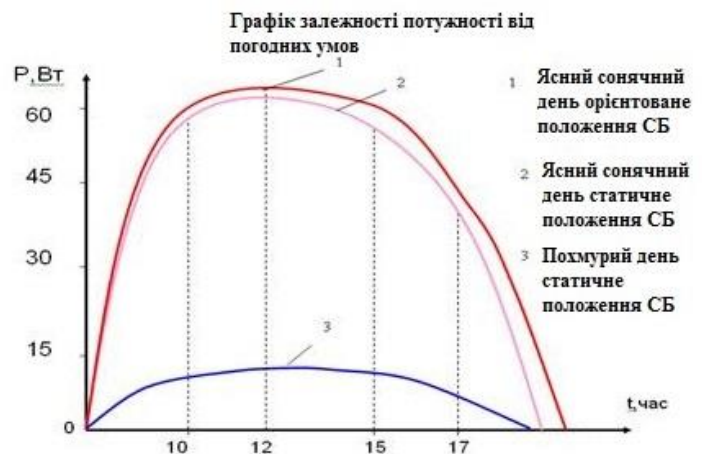


Рисунок 1 - Структура сонячної панелі



Як і будь-який технічний пристрій, сонячна батарея має свої експлуатаційні й технічні характеристики, які відрізняються для різних моделей, різних виробників, але з досить невеликою різницею.

При площі сонячної батареї приблизно  $0,2\text{ м}^2$  потужність модуля становить приблизно 10Вт. Напруга при максимальному навантаженні – близько 25В. Струм короткого замикання становить близько 500мкА. Вага такого модуля близько 2кг. Приблизний ККД сонячної батареї – від 14 до 18%. Термін служби такої пластини не менше 25 років.

Переваги й ефективність батарей. Незважаючи на порівняно низький ККД сонячна батарея є найбільш ефективним джерелом електрики серед альтернативних і автономних джерел енергії. Однак через досить високу вартість сонячної батареї, а головне залежності від погодних умов, їх у більшості випадків позиціонують не як основне, а як додаткове джерело енергії. Це зумовлено двома причинами, досить високою вартістю самих сонячних батарей, і порівняно невеликим виходом енергії з одиниці площі.

У ясний сонячний день із одного квадратного метра площі сонячної батареї можна зняти максимум 70Вт потужності. Цього недостатньо навіть для роботи комп'ютера.

Тому для отримання більш істотної потужності сонячні панелі поєднують у міні-електростанції. Із сонячної батареї площею  $10\text{ м}^2$ , можна отримувати вже більш 1кВт енергії, що може забезпечити роботу комп'ютера, телевізора, кількох лампочок. У цілому, для будинку, де живе 3-4 людини (необхідна потужність 300-400кВт на місяць), у світлий час доби й теплу пору року буде достатньо сонячних батарей площі  $25\text{ м}^2$ . Як правило, вистачає орієнтованої на південь сторони даху для установки такої сонячної батареї вистачає. Якщо ж площа

сторони даху орієнтованого на південь складає 40м<sup>2</sup>, то це може при 18-20 сонячних днях дати до 500кВт на місяць.

Сонячна батарея взимку буде неефективна. У той же час не можна не помітити й очевидні переваги: тривалий термін служби; незалежність від технічних неполадок енергогенеруючої організації; низька імовірність поломки сонячної батареї; немає необхідності постійно її обслуговувати; безкоштовність самої енергії (правда після того як у систему були вкладені чималі кошти).

Недоліків у сонячних батареях як джерела енергії не так вже і багато, але вони, на жаль, досить переконливі й конкретні: висока вартість і, як наслідок, тривалий строк окупності; залежність від погодних умов; низький ККД у порівнянні із традиційними джерелами енергії; неможливо використання для приладів, що споживають велику потужність.

Панелі сонячних батарей бувають різного розміру й потужності. В європейських країнах сонячні батареї зустрічаються значно частіше, ніж у нас, оскільки там вища купівельна спроможність населення. Крім того, при встановленні сонячних батарей треба вибрати в будинку підходяще приміщення для установки акумуляторів, обладнати схему синхронізації напруги з тією, яка надходить від місцевої трансформаторної підстанції.

Крім того, на Заході будь-який приватний домовласник може скинути генеровану його сонячною станцією енергію в регіональну мережу. Таким чином, його система може не комплектуватися акумулятором і контролером, що значно знижує вартість системи. А енергія, яка скидається в загальну мережу, держава викупує по «зеленому» тарифу, який значно перевищує звичайні тарифи на звичайну електроенергію. Таким чином, система є економічно вигідною для власника будинку.

**Висновки.** З вищевикладеного матеріалу, глядячи на те, що запаси вуглеводнів у землі обмежені, це спонукає нас шукати нові шляхи вирішення проблеми енергетичного забезпечення. Існують достатньо широкі можливості застосування сонячних установок для приватного господарства, особливо в сільській місцевості. Розширення масштабів застосування сонячних установок не лише дає значну економію енергоресурсів, але і до-зволяє пом'якшити екологічну ситуацію.

#### **Список використаних джерел.**

1. Все о солнечных батареях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://stroyrubrika.ru/sro/novye-tehnologii/vse-o-solnechnyh-batareyah.php>
2. Принц М.В., Цимбалістий В.М. Трансформатори монтаж, обслуговування та ремонт. Энергоатомиздат 181 с. 2011р.
3. Виробництво та використання електричної енергії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ua-referat.com/Виробництво\\_та\\_використання\\_електричної\\_енергії](http://ua-referat.com/Виробництво_та_використання_електричної_енергії)
4. Бондар В.М., Шаповаленко О.Г. Основи електричних вимірювань. Энергоатомиздат 317 с. 2012р.

УДК 620.91 (477)

## ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ – ОСОБИСТИЙ ПОГЛЯД

Хорошун Д.С., 1Е-15

e-mail: [denmilnde1@gmail.com](mailto:denmilnde1@gmail.com)

Миронець С.Д., викладач спецдисциплін

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

ВСП «Мелітопольський коледж ТДАТУ»

*Робота присвячена питанню використання альтернативних джерел енергії та впровадженню їх в Україні.*

**Постановка проблеми.** Останнім часом актуальним є питання, що стосуються потенціалу розвитку відновлюваної енергетики. Виникає ряд питань, що потребують відповіді. Потрібна чи ні нашій державі зелена енергетика взагалі, є потреба у альтернативній енергетиці для України, який економічний потенціал переходу на відновлювані джерела енергії? Відповідь на ці питання можна отримати після аналізу того, як розвиток зелених джерел енергії вплине на нас особисто, і яку роль кожен з нас може зіграти при вирішенні цього питання.

**Аналіз останніх досліджень.** Розвиток індустріального виробництва зумовлює збільшення викидів парникових газів, у свою чергу це є причиною глобальних кліматичних змін. У 1997 році було прийнято Кіотський протокол, але цього недостатньо для боротьби зі зміною клімату. У грудні 2015 року на Конференції сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату в Парижі було прийнято нову глобальну кліматичну угоду. Перед учасниками Паризької угоди стоїть завдання взяти на себе зобов'язання зі скорочення викидів парникових газів. За даними Міжнародного енергетичного агентства, енергоефективність та відновлювальні джерела енергії відіграватимуть найважливішу роль у запобіганні підвищенню глобальної температури більш ніж на 2°C і скорочення викидів вуглецевого газу.

Таким чином розвиток та використання відновлюваних джерел енергії є одним із інструментів протидії змінам клімату, які в іншому випадку торкнуться всіх у майбутньому. Україну це теж стосується. Вже сьогодні спостерігаються зміни у звичних підходах сільськогосподарського виробництва, викликані нестабільністю погодних умов. Україна є одним із членів Паризької угоди, вона зобов'язалася відповідати високим стандартам та цілям з розвитку відновлюваних джерел енергії.

**Мета статті.** Обґрунтування різнобічних аспектів доцільності використання альтернативних джерел енергії та впровадженню їх в Україні.

**Основні матеріали дослідження.** Слід зазначити, що збільшення частки відновлюваної енергетики в енергобалансі України - це ціль, необхідність досягнення якої усвідомлюється сьогодні на всіх рівнях. Але підходи до її реалізації відрізняються. Згідно з національним планом дій на період до 2020 року поставлено мету досягнення частки відновлюваної енергетики на рівні 11%. Для досягнення такої мети необхідно вводити приблизно по 1 ГВт нових потужностей в рік. Таких показників в Україні не було ніколи за історію існування відновлюваної енергетики. Але слід зрозуміти які переваги отримає кожен українець від розвитку відновлюваної енергетики та відмови від звичних застарілих моделей виробництва енергії.

Розвиток відновлюваної енергетики в Україні можна вважати прогресивним. У цієї сфері спостерігається поступове зростання. Згідно з даними, що приведені у ЗМІ за 2017 рік у даний сектор було інвестовано близько 440 млн. доларів.

У 2017 році було введено більше 200 МВт нових потужностей відновлюваної енергетики. Фахівці вважають цей результат скромним, це приблизно в чотири рази більше, ніж за

минулий рік. Загальна встановлена потужність від альтернативних джерел живлення у нашій країні становить 1320 МВт. Але в загальному балансі енергетики відновлювана складає лише 1,6%.

Для розвитку відновлюваної енергетики в Україні 2017 рік можна назвати успішним. До галузі з'являється все більше інтересу та зростає кількість прихильників. Але якщо порівнювати зі світовим розвитком, то ринок відновлюваної енергетики в Україні є достатньо малий і потребує значних інвестицій. Однак для залучення інвесторів, що готові вкладати значні кошти, у розвиток даної галузі у нашій державі потрібно створити належні умови. Це на самперед забезпечення державних гарантій, що закріплені на законодавчому рівні. Негативним фактором, що відлякує інвесторів є відсутність стабільності на ринку.

Значними є переваги зеленої енергетики для довкілля: вони невичерпні, не порушують екологічного балансу планети, несуть незрівнянно менші ризики для навколишнього середовища, не продукують викиди парникових газів і інших шкідливих речовин, а отже є більш безпечними для здоров'я людей. Не обмежуються переваги зеленої енергетики і цим переліком. Соціальні здобутки є менш значимими. Розвиток зеленої енергетики дозволяє надати більш справедливий доступ до енергетичних ресурсів, створює можливість економічного зростання та створення нових робочих місць.

Переваги зеленої енергетики полягають у дотриманні нами екологічних зобов'язань перед майбутніми поколіннями і у соціально-економічних перевагах, які дають поштовх для подальшого інноваційного розвитку без завдання шкоди навколишньому середовищу. Доступ до відновлюваних джерел енергії є цінністю для всього суспільства, зокрема для тієї її частини, де надійне енергопостачання може сприяти значному покращенню рівня життя та зростанню економіки. Стимулювання розвитку відновлюваної енергетики є не тільки державним, а і загальносвітовим завданням. Воно має сенс для кожного з нас, і ми повинні розуміти, що можемо отримати разом із застосуванням зеленої енергетики.

**Висновки.** Для розвитку зеленої енергетики необхідно:

- залучити потужні іноземні корпорації із галузі альтернативної енергетики;
- створити міцну законодавчу базу у сфері енергетики;
- створити сприятливий інвестиційний клімат;
- покращити досвід інновацій.

В Україні є усі геокліматичні умови для впровадження відновлюваних джерел енергії. Зміни потребує усвідомлення переваг зеленої енергетики як політичною елітою, так і цілим суспільством.

Широкомасштабне впровадження альтернативних джерел енергії в Україні дозволить зробити суттєвий крок у зменшенні енергетичної залежності країни, охороні довкілля та створенні умов для входження країни до європейської спільноти.

#### Список використаних джерел.

1. Зелена енергетика в Україні – будуть ли інвестиції? – Режим доступу: [https://24tv.ua/zelenaya\\_energetika\\_v\\_ukraine\\_budut\\_li\\_investitsii\\_n892361](https://24tv.ua/zelenaya_energetika_v_ukraine_budut_li_investitsii_n892361)
2. Чи здатна Україна озеленити власну енергетику? – Режим доступу: <https://economics.unian.ua/energetics/530341-chi-zdatna-ukrajina-ozeleniti-vlasnu-energetiku.html>
3. Економічний потенціал розвитку "зеленої" енергетики. – Режим доступу: [http://pidruchniki.com/73788/ekonomika/ekonomichnij\\_potentsial\\_rozvitku\\_zelenoyi\\_energetiki](http://pidruchniki.com/73788/ekonomika/ekonomichnij_potentsial_rozvitku_zelenoyi_energetiki)
4. Зелена енергетика у 2017: новий етап розвитку чи крок назад. – Режим доступу: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjzk8XV3pPaAhUECywKHcieDr4QFghLMAM&url=https%3A%2F%2Fbiz.censor.net.ua%2Fcolumns%2F3041383%2Fzelena\\_energetika\\_u\\_2017\\_noviyi\\_etap\\_rozvitku\\_chi\\_krok\\_nazad&usg=AOvVaw1j-I2qNSMF-MBXnoq8HzLt](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjzk8XV3pPaAhUECywKHcieDr4QFghLMAM&url=https%3A%2F%2Fbiz.censor.net.ua%2Fcolumns%2F3041383%2Fzelena_energetika_u_2017_noviyi_etap_rozvitku_chi_krok_nazad&usg=AOvVaw1j-I2qNSMF-MBXnoq8HzLt)



УДК 621.316

## ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ

Хлепівко В.В., 3 курс

e-mail: vitko9728@rambler.ru

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена обґрунтуванню рекомендацій щодо зниження та врахуванню втрат потужності в електричних мережах.*

**Постановка проблеми.** В Україні втрати в електричних мережах досягають 12 – 14 % [1], тому зниження їх є важливим фактором у вирішенні цієї проблеми. Пропонуємо проаналізувати, дослідити та розглянути методику зниження втрат в мережах.

**Аналіз останніх досліджень.** Розглянула структуру втрат та класифікацію заходів, щодо зменшення втрат в електричних мережах, які можна умовно розділити на 5 груп, а також розглянула основні методики зменшення втрат електричної електроенергії.

**Формулювання цілей.** Обґрунтувати зменшення втрат потужності в електричних мережах при дотриманні наступних рекомендацій.

**Основні матеріали дослідження.** Втрати електроенергії, які виникають в електричних мережах головний показник економічної роботи, індикатор стану систем обліку електроенергії.

Зростання втрат електроенергії визначено такими закономірностями:

- безперервним зростанням навантажень електричних мереж, які пов'язані з зростанням навантажень споживачів відставанням темпів приросту пропускної здатності мережі від темпів приросту споживання електроенергії і генеруючи потужностей;
- тенденцією до концентрації виробництва електроенергії на великих електростанціях.

Технічні втрати електроенергії в електричних мережах, які лежать в основі нормативу втрат, зумовлені фізичними процесами передачі і розподілу електроенергії, які визначаються розрахунковим шляхом і, що включають «змінні» і нормативні втрати на власні потреби підстанцій [2].

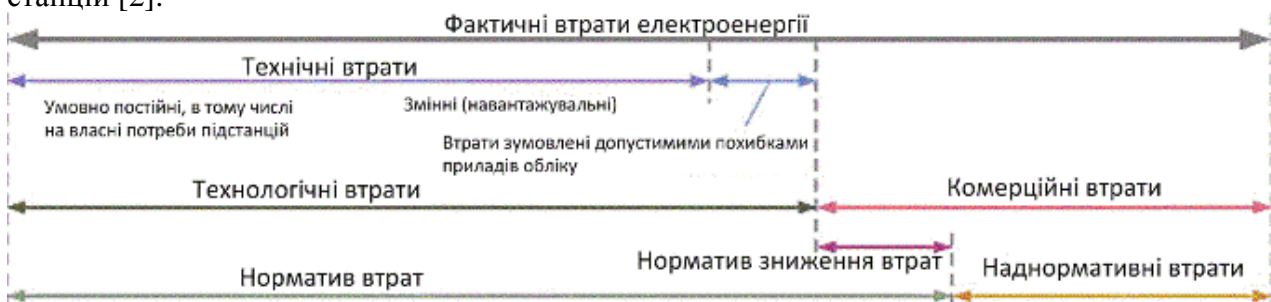


Рисунок 1 – Структура втрат електроенергії

У норматив втрат повинні включатися:

- втрати на корону в лініях, витрати на власні потреби підстанцій;
- навантажувальні змінні втрати в електричних мережах;
- втрати холостого ходу в трансформаторах, батареях статичних конденсаторів і статичних компенсаторів, шунтованих реакторах, синхронних компенсаторах (СК) і генераторах, що працюють в режимі СК;
- втрати у зв'язку з похибками приладів обліку електроенергії [3]

Таблиця 1 – Структурна схеми втрат електроенергії

Фактичні втрати електроенергії					
Нормативні		Наднормативні втрати			
Нормативно технологічні втрати		Нормативно знижені втрати	Додаткові технічні втрати, зумовлені		
Технічні втрати		Втрати, викликані похибкою електроенергії	Норматив зниження втрат	Комерційні втрати, зумовлені	
Технічні втрати				Низьким рівнем компенсації реактивної потужності	Похибка вимірювання
Умовно-постійні втрати	Навантажувальні втрати			Неоптимальними режимами роботи мереж	Заборгованість по оплаті електроенергії
На корону	У лінії			Поганим технічним станом обладнання	
У компенсуючих пристроях	У трансформаторах			Нераціональною побудовою мереж	
В силовому обліку	У струмообмежувачах				
В ізоляції кабелів					
У вентильних розрядниках і ОПН					

Основі рекомендації заходів, щодо зниження втрат електроенергії у мережі, які можна класифікувати за 5 групами, можна розподілити наступним чином:

**I група** – заходи, реалізація яких призводить до зниження технічних втрат електроенергії:

- оптимізація місць розмикання ліній 6-35 кВ з двостороннім живленням;
- оптимізація установлених режимів електричних мереж за активної і реактивної потужності;
- переклад генераторів електростанцій в режим синхронних компенсаторів;
- зменшення обмеження потужності;
- оптимізація розподілу навантаження між підстанціями основної мережі 110 кВ і вище;
- оптимізація робочих напруг в центральних живленнях радіальних електричних мереж;
- відключення ліній трансформаторів у режимах малих навантажень;
- відключення навантажень фаз в межах 0,38 кВ;
- скорочення тривалості ремонту основного обладнання;
- зниження витрат електроенергії на власні потреби підстанції;
- стимулювання споживачів до вирівнювання графіків навантаження;
- виконання ремонтів під напругою ПЛІ;
- встановлення та введення в роботу пристроїв компенсаційної реактивної потужності;
- заміна перевантажених силових трансформаторів;
- встановлення та введення в роботу пристроїв регулювання напруги;
- переклад електромереж на більш високу номінальну напругу.

**II група** – заходи, реалізація яких призводить до зниження комерційних втрат напруги, зумовлених допустимими похибками приладів обліку:

- встановлення електролічильників підвищених класів точності;
- ремонт електронагрівачів.

**III група** – заходи, реалізація яких призводить до зниження комерційних втрат електроенергії, що витрачається на власні потреби підстанцій:

- контроль та аналіз середньої оплати електроенергії споживачами;
- усунення роботи електролічильників в неприпустимих умовах;
- встановлення додаткових електролічильників;
- проведення перевірки та калібрування електролічильників з простроченими термінами;
- усунення недонавантаження і перевантаження кіл та напруги технічного і комерційного обліку;
- пломбування електролічильників і клемних кришок

**IV група**- заходи, щодо зниження комерційних втрат

- заміна проводів на перевантажених лініях, в тому числі з використанням самоутримних ізольованих проводів;
- заміна відгалужень від ПЛЮ, 38 до будівель.

**V група** – заходи, щодо зниження комерційних втрат, зумовлених допустимими похибками обліку:

- установка автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії;
- виділення кіл обліку електроенергії на окремі обмотки трансформаторів струму;
- зміна застарілих лічильників;

Таким чином, серед цих рекомендацій виділяють найбільш важливими і точними для населення – III, IV, V. Для промислових –I, II, V.

**Висновки.** Дотримуючись запропонованих рекомендацій можна зменшити втрати потужності в мережі, що призведе до зменшення втрат палива на електростанціях. Що в свою чергу приведе, і до зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, які своєю пагубною дією погіршують клімат на нашій планеті.

**Список використаних джерел.**

1. Бохмат И.С. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах / И. С. Бохмат, В. Э. Воротницкий, Е. П. Татаринов: Электрические станции, 2000, №9.
2. Инструкция по снижению технического расхода электрической энергии на передачу по электрическим сетям энергосистем и энергообъединений, СПО Союзтехэнерго, М.:2003.
3. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. РД 34.09.101 – 94. М.: СПО ОРГРЭС, 2006.
- 4.Сборник нормативных и методических документов по изменениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности. Издательство « НЦ ЭНАС» М.:2005

УДК 621.3.043

## ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ МАСЛЯНИХ ВИМИКАЧІВ НА ВАКУУМНІ

Халіман Л.Г. 11 МБЕЕ

e-mail: [liliannastella@gmail.ru](mailto:liliannastella@gmail.ru)

Адамова С.В., асистент

e-mail: [adamova\\_sv@ukr.net](mailto:adamova_sv@ukr.net)

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті розглядаються основні шляхи підвищення надійності роботи електрообладнання за рахунок заміни масляних вимикачів на вакуумні*

**Постановка проблеми.** У масляних вимикачах масло є дугогасним середовищем. Однак це і є головним мінусом використання цих вимикачів. Потрібен постійний контроль і доливання трансформаторного масла, малий ресурс роботи, часте обслуговування і пожежонебезпека все це підтвердило перевагу вакуумних вимикачів над масляними. [1].

**Аналіз останніх досліджень.** В даний час комплектні розподільчі пристрої внутрішньої і зовнішньої установки (РПУ) вимагають заміни застарілого обладнання на більш сучасне. Світова тенденція розвитку електротехнічного устаткування така, що раніше широко поширені масляні і маломасляні вимикачі на напругу від 6 до 35 кВ замінюються на вакуумні вимикачі.

**Мета статті.** Обґрунтування ефективності використання вакуумних вимикачів.

**Основні матеріали дослідження.** В даній статті проведено оцінку необхідності заміни високовольтних вимикачів для мережевих компаній, підприємств, де є мережі середньої напруги (від 1 кВ до 35кВ). Наведено перелік переваг і недоліків, запропонованих до установки вимикачів, розглянуті особливості конструкції. Далі на практичному прикладі описаний розрахунок економії після установки устаткування і термін окупності.

Одним з ключових аспектів, що забезпечують безаварійну роботу електростанцій, підстанцій і систем електропостачання промислових є постійна працездатність вимикачів високої напруги. Найбільш проблемними з точки зору надійності роботи є мережі 6 (10) кВ, в них відбувається близько 70% всіх перерв електропостачання.

Виходячи з розподілу технологічних порушень маслonaповненого обладнання: трансформатор силовий - 22%, інше обладнання - 6%, вимірювальний трансформатор напруги - 8%, вимірювальний трансформатор струму - 8%, вимикач масляний - 57%, можна зробити висновок, що найбільшу кількість відмов мають високовольтні масляні (малооб'ємні і бакові) вимикачі.

Згідно зі статистикою припинення роботи високовольтних вимикачів призводить до порушень в технологічному процесі в 24% випадків з усіх можливих відмов електротехнічного обладнання. З точки зору розподілу поломок по конструктивних елементах вимикачів виявлено: дугогасним камера - 18%, привід - 26%, ланцюги управління - 42%, опорна ізоляція і вводи - 14%.

Для усунення аварії та відновлення нормального режиму роботи мережі 6 (10) кВ необхідно близько 3 годин, термін роботи електроустаткування збільшує витрати на ремонт в середньому до 3 разів при експлуатації 30 років і вище. Різниця між витратами на установку нового обладнання і капітальному ремонті сильно зношеного становить 2,5-3,5 рази, що підвищує актуальність заміни, зокрема вимикачів, при забезпеченні постійної роботи найбільш поширених мереж 6-35 кВ. Крім фізичного зносу існує питання відповідності сучасним стандартам безпеки і режимів роботи, за цим критерієм, в окремих випадках, обладнання відстає на 30 років [2].

Відомо, що для розвитку процесу освіти електричної дуги необхідна висока концентрація молекул газу в ізоляційному проміжку між контактами. Швидкості іонізації молекул газу в вакуумі шляхом зіткнення з ними електронів недостатньо для лавиноподібного наростання

кількості заряджених частинок, що робить вакуум ідеальною ізоляційною середовищем. Електрична міцність вакууму вище, ніж в олії, електричного газу і повітря, що знижує довжину електричної дуги.

Принцип дії вакуумного вимикача заснований на тому, що вакуум в ньому використовується як середовище для гасіння дуги, так як розряджений газ володіє найбільшим опором виникнення електропровідності.

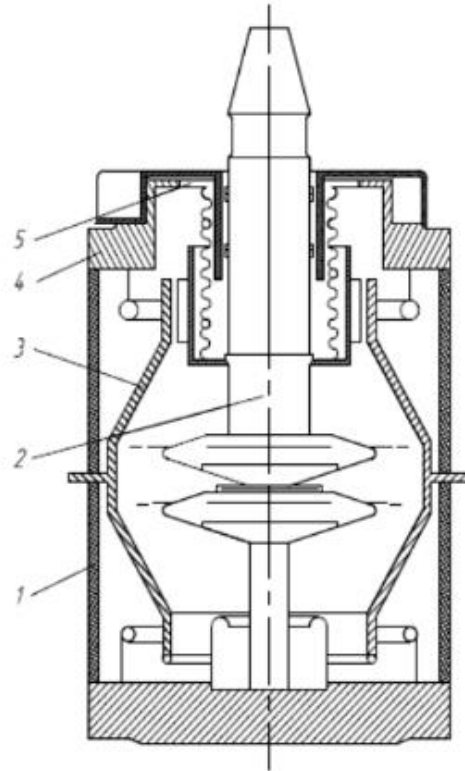


Рисунок 1 - Вакуумна дугогасильна камера: 1 - ізоляційний керамічний комплекс; 2 - контакт; 3 - металевий екран; 4 - фланець; 5 - сильфон

До переваг у роботі слід віднести:

Виключно проста кінематична схема, невелике число деталей, незначне тертя рухомих частин, здатних працювати без змащення, і заміна механічної засувки на магнітну забезпечують вакуумним вимикачів велику механічну стійкість і надійність протягом всього терміну служби без проведення ремонтних робіт. Тобто не потрібно проведення середнього і капітального ремонтів протягом усього терміну їх служби.

Проста конструкція вимикача на сучасних компонентах забезпечує несуттєвий знос протягом 30 років або 100000 операцій включення відключення.

Потрібно лише профілактичний контроль технічного стану вимикачів, який рекомендується проводити в такі строки: при введенні в експлуатацію, першу перевірку - через 2 роки експлуатації, повторні - через кожні 5 років.

В обсяг профілактичного контролю входять: перевірка загального стану вимикача за допомогою зовнішнього огляду; перевірка працездатності; вимір опору головного ланцюга; випробування ізоляції змінним однохвилинне напруження; протирання ізоляції.

В електроустановках до 110 кВ широко застосовуються вакуумні вимикачі, які добре зарекомендували себе своєю високою надійністю і практичністю. Серед переваг ВВ слід виділити: простота конструкції; надійність; висока комутаційна зносостійкість; малі розміри; пожежо- і вибухобезпечність; відсутність шуму при операціях; відсутність забруднення навколишнього середовища; зручність експлуатації; малі експлуатаційні витрати.

Випускаються в даний час на Україні вакуумні вимикачі відрізняються високим механічним і комутаційними ресурсом. Термін експлуатації цих вимикачів до списання становить

25 років, причому в вимикачів протягом всього терміну їх експлуатації відсутня необхідність обслуговування вакуумних камер [3].



Рисунок 2 - Вакуумний вимикач 35 кВ зовнішньої установки з кремнеорганічною ізоляцією полюсів

Недоліки вакуумного вимикача: порівняно невеликі номінальні струми і струми відключення; можливість комутаційних перенапруг при відключенні малих індуктивних струмів; невеликий ресурс дугогасного пристрою з відключення струмів короткого замикання [4].

Таким чином, вакуумні вимикачі - це найактуальніший варіант при заміні масляних і маломасляних вимикачів на сьогоднішній день.

**Висновок.** Технології гасіння дуги в вакуумі є найкращим рішенням в галузі енергетики. За рахунок оптимізації технічних і екологічних аспектів дугогасних пристрій виявився простим, компактним, довговічним і виключно надійним.

#### Список використаних джерел.

1. Масляный выключатель [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/elektricheskie-apparaty-13.html> - Назва з екрану.
2. Экономический эффект от замены высоковольтных масляных выключателей на вакуумные [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://sibac.info/studconf/econom/xlvii/62030> - Назва з екрану.
3. Принцип работы и конструкция вакуумных выключателей [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://forca.com.ua/instrukcii/pidstancii/princip-raboty-i-konstrukciya-vakuumnogo-vyklyuchatelya-bb-tel.html> - Назва з екрану.
4. Вакуумный выключатель [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/visokovoltny/1687-vysokovoltnye-vakuumnye-vykljuchateli.html> - Назва з екрану.

УДК 621.315

## РОЗРОБКА ВИСОКОВОЛЬТНОГО ІЗОЛЯТОРА-РОЗРЯДНИКА ДЛЯ МІНІМІЛІЗАЦІЇ ВТРАТ НАПРУГИ В ЛЕП

Хлепінко В.В., 4 курс,

E-mail: vitko9728@rambler.ru

Коваль Д.М., ст. викладач

E-mail: kvldmitry@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет.

*В даній статті розглянуто високовольтний ізолятор-розрядник, ізоляційне тіло якого покрито високомолекулярним кремнійорганічним компаундом з додаванням розчинників у вигляді бензину, що призводить до збільшення терміну служби ізолятора до поверхневого пробою, підвищуючи гідрофобність, дозволяючи захищати високовольтні лінії електропередачі від перенапруги без використання грозозахисного тросу.*

**Постановка проблеми.** У процесі транспортування електричної енергії від електростанції до споживачів, відбуваються втрати в лініях електропередачі. Проблема забезпечення мінімальних втрат на ЛЕП завжди стояла перед виробниками електроенергії. Тому, останнім часом компанії, що займаються транспортуванням електричної енергії, зацікавлені в використанні комбінованих пристроїв захисту ЛЕП, що дозволяють більш економічним шляхом знизити втрати в лініях електропередачі [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Ізолятори, що містять тарілчасту ізоляційну деталь, яка виконана із загартованого скла з вологостійким покриттям, мають стійкість до ультрафіолету, ерозії, впливу атмосфери і забруднень. Такі ізолятори не забезпечують захист ЛЕП від перенапруги і є тільки ізолюючими елементами для кріплення проводів до опор конструкції з використанням грозозахисного тросу, що призводить до додаткових затрат при спорудженні ЛЕП [2].

Існуючі високовольтні ізолятори-розрядники мають малу ефективність роботи через недостатню швидкість гасіння розряду-дуги між суміжними електродами в мультиелектродній системі (МЕС) при проходженні хвилі перенапруги, велику витрату дорогих полімерних ізоляторів і важкість виявлення при експлуатації ізоляторів, що вийшли з ладу [3].

**Мета статті** Розробка та вдосконалення високовольтного ізолятора-розрядника для високовольтної ЛЕП шляхом збільшення швидкості гасіння розряду між суміжними електродами в МЕС та застосування у якості вологостійкого покриття ізоляційного тіла високомолекулярного кремнійорганічного компаунду з розчинниками. Це забезпечуватиме більш високі електричні характеристики ізолятора, швидкодію розрядника, зручність в експлуатації, довговічність та зниження вартості виготовлення.

**Основні матеріали дослідження.** Сутність запропонованої розробки пояснюється кресленнями: на рисунку 1 зображена конструкція ізолятора-розрядника, на рисунку 2 зображені газорозрядні камери і електроди МЕС [4].

Високовольтний ізолятор-розрядник працює таким чином.

При впливі перенапруги на ізолятор-розрядник спочатку пробиваються іскрові повітряні проміжки 10 або 11, а потім - МЕС 4 (рисунок 1). Струм грозової перенапруги протікає від другого елемента арматури 3 та його підвідного електрода 9 через іскровий канал нижнього іскрового проміжку 11, потім - по МЕС 4, і далі - через канал розряду верхнього іскрового проміжку 10 по верхньому підходящому електроду 8 до першого елемента арматури 2. При впливі імпульсу грозової перенапруги на МЕС 4 пробиваються проміжки між електродами 7. Завдяки тому, що розряди між проміжними електродами 5 в МЕС 4 відбуваються всередині камер 7, обсяги яких дуже малі, при розширенні каналу утворюється високий тиск, під дією якого канали іскрових розрядів між електродами 5 переміщуються до поверхні ізоляційного тіла, утворюючи канал розряду 13, і далі - виводяться назовні в навколишній розрядник по-

вітря. Внаслідок, виникає дугтя і подовження каналів між електродами 5, канали розрядів 13 охолоджуються (рисунок 2), сумарний опір всіх каналів збільшується, тобто загальний опір розрядника зростає, і відбувається обмеження імпульсного струму атмосферної перенапруги.

Одночасно з цим, в кільці з електропровідного матеріалу 12, розташованого на ізоляційному тілі, на внутрішній стороні МЕС 4, індексується струм, магнітне поле якого впливає на дугу, яка утворилася між суміжними електродами, видувачи її ще більше. Все це дозволяє збільшити довжину дуги і, отже, її опір, що призводить до збільшення швидкості гасіння дуги.

На ділянці МЕС 4 між підходящими електродами проміжних електродів немає, і розряд розвивається по МЕС 4, що займає приблизно три чверті периметра ребра ізоляційного тіла і, а не між підходящими електродами 8 і 9. При ударі блискавкою безпосередньо в ЛЕП або в опорі відбувається перекриття ізолятора-розрядника, як це було описано вище. Після закінчення грозової перенапруги і стікання його струму через опорі в землю завдяки роботі МЕС 4, відбувається гасіння розряду «в імпульсі», тобто без супроводжуючого струму, і ЛЕП продовжує роботу без відключення [4].

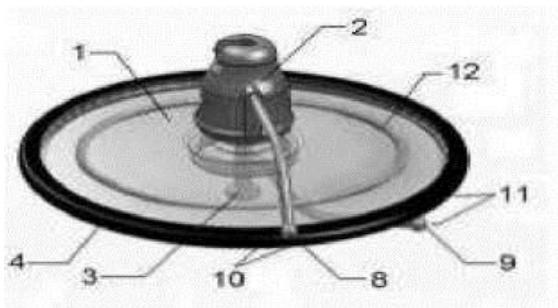


Рис. 1. Конструкція ізолятора розрядника

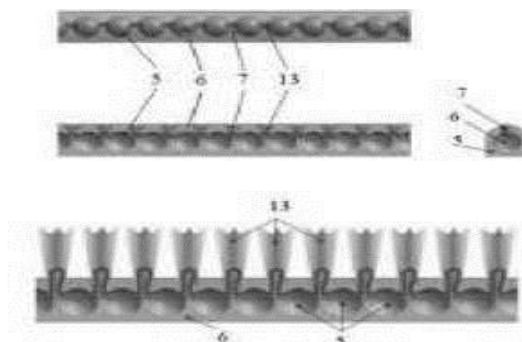


Рис. 2. Газорозрядні камери і електроди МЕС

**Висновок.** Запропонований пристрій дозволяє захищати високовольтні лінії електропередачі від перенапруги без використання грозозахисного тросу, що знижує вартість спорудження повітряної лінії. Збільшення швидкості гасіння розряду між суміжними електродами в МЕС досягається за рахунок використання по колу ізоляційного тіла кільця з електропровідного матеріалу. Зниження вартості конструкції відбувається завдяки додаванню розчинників в покриття загартованого скла ізоляційної деталі. Простота в експлуатації пояснюється тим, що при пробі скляний ізолятор із загартованого скла розбивається, що одразу видно, а також його легко замінити.

#### Список використаної літератури.

1. Акимов Е.Г. Ограничители перенапряжений и разрядники. Электротехника./ Е. Акимов - М.: Колос, 2011. - 136 с.
2. Патент Российской Федерации №1579303 Высоковольтный подвесной изолятор / Злаказов А. Б. (RU), Соболева К. Л. (RU), Кулик Н. М. (RU), Кузнецова Т. В. (RU).
3. Патент Российской Федерации №2378725 Высоковольтная линия электропередачи и высоковольтный изолятор для этой линии / Подпоркин Г. В. (RU).
4. Заявка на корисну модель № u 20i3 15005 подана 23.i2.2013 Высоковольтный изолятор-розрядник / Л.Р. Корнієнко, І. М. Судак, В. Ю. Кравчук.



УДК 621.316.9

## СИСТЕМА ОПАЛЮВАННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

**Мамонтов Р.В., 2с курс**

**e-mail: [romanmamontov8@gmail.com](mailto:romanmamontov8@gmail.com)**

**Вороновський І.Б., к.т.н., доцент**

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

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Робота присвячена використанню теплових насосів з приводом двигуна стерлінга у домашньому господарстві та в системі опалювання.*

Постановка проблеми. Одним з варіантів заміни газу при опалюванні будинків є використання тепла, яке є на нашій планеті. Сонце - наймогутніше джерело енергії на Землі. Воно нагріває повітря, воду, земну поверхню і глибини. І до 60% опалювальної енергії можна отримати безкоштовно від природи. Ученими був створений тепловий насос, який і витягує цю накопичену сонячну енергію. Використовуючи тепло, розсіяне в навколишньому середовищі (у землі, воді, повітрі), тепловий насос володіє вражаючою ефективністю: витративши 1 кВт електроенергії в приводі насоса, можна отримати 3-4, а часто і до 5-6 кВт теплової енергії, термін служби до капремонту теплового насоса - 15-20 років.

Аналіз останніх досліджень. У західних країнах імпульсом до масового впровадження теплонасосів послужила низка енергетичних криз 70-х - початку 80-х років. Безперечним лідером в застосуванні теплових насосів є Швеція. Вражаючим зразком служить теплонасосна станція потужністю 320МВт в Стокгольмі. Як джерело тепла використовується вода Балтійського моря температурою +4°C, що охолоджується до +2°C. Літом температура збільшується, а з нею і ефективність станції. Станція розташовується на 6 баржах, що причалили до берега. У США більше 30% житлових будинків і адміністративних будівель обладнані тепловими насосами.

Тепловий насос сумісний з практично будь-якою циркуляційною теплопровідною опалювальною системою. Для опалювання приміщення, розміром 100 м<sup>2</sup>., необхідно придбати устаткування, приблизно, 4-5 тис. євро. Установка такого казана розраховується індивідуально, залежно від джерела отримання тепла [2].

Мета статті. В даний час все більшого застосування знаходять теплові насоси в парі з використанням двигунів стерлінга, завдяки своїм енергоефективним властивостям. Використання тепла землі, води, свічних вод та інших низькотемпературних джерел енергії є безкоштовним, а отже дуже привабливим. Метою є популяризація використання теплових насосів з приводом від двигунів стерлінга.

Основні матеріали дослідження. Використання теплових насосів, як джерела тепла, сьогодні вже важко назвати чимось незвичним. Практичного застосування тепловий насос набув у 40-х роках ХХ століття, коли винахідник-ентузіаст Роберт Вебер експериментував з морозильною камерою. Одного разу Вебер випадково доторкнувся до гарячої труби на виході камери і зрозумів, що тепло просто викидається назовні. Винахідник замислився над тим, як використати це тепло, — і вирішив помістити трубу в бойлер для підігріву води. У результаті Вебер забезпечив свою родину такою кількістю гарячої води, що її вони просто не могли використати, — і при цьому частина тепла потрапляла у повітря. Це наштовхнуло його на думку, що від одного джерела тепла можна підігрівати і воду, і повітря одночасно: Вебер удосконалив свій винахід і почав проганяти гарячу воду по спіралі (через змійовик) і за допомогою невеликого вентилятора розповсюджувати тепло по будинку з метою його опалення. Згодом саме у Вебера з'явилась ідея «викачувати» тепло із землі, де температура не надто змінювалась протягом року.

У поверхневому шарі землі накопичується тепло протягом літа, цю енергію також має сенс використовувати для опалювання. Збережене в ґрунті тепло зігріє Вас навіть в холодну погоду. Тепло з ґрунту поставляється за допомогою пластикового шланга, який укладається

по периметру ділянки на глибині 1 м. Бажано, щоб ґрунт був вологим. Але і сухий ґрунт не доставить великих проблем, прийдеться збільшити довжину контуру. Мінімальна відстань між сусідніми трубопроводами повинна бути близько 1 м. Екологічно чиста, морозостійка рідина, циркулююча в системі, переносить тепло до теплонасосу.

Як теплоносій, циркулюючий по цих трубопроводах може служити суміш води з антифризом, розчин етиленгліколю або інші рідини, що замерзають при більш низьких температурах. За даними фінської фірми садибний будиночок загальною корисною площею 120 м<sup>2</sup> потребує приблизно 400 м пластмасових труб [3].

Для отримання 10кВт на опалювання прийдеться укласти 350-450 погонних метра трубопроводу. Це приблизно займе ділянку 20х20 метрів.

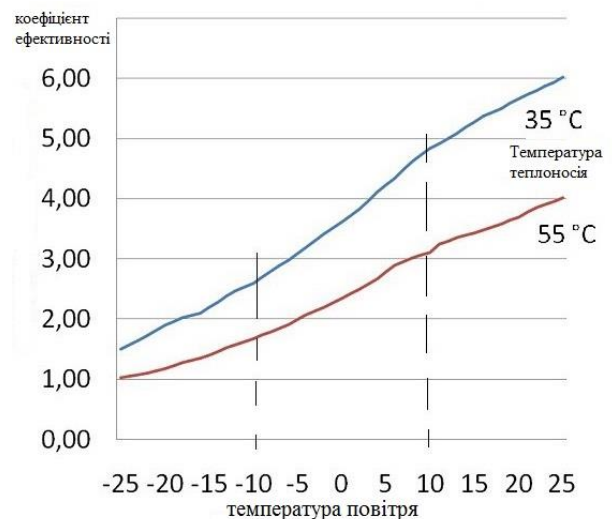
Довжина колектора (висота водного стовпа) для теплонасоса з джерелом тепла "земні надра" залежить від багатьох чинників: середньорічної регіональної температури, ступені покриття теплонасосом загальних енерговитрат, глибини залягання ґрунтових вод і величини водного потоку.

Паливна криза на Заході примусила по-новому розглянути проблему використання дизельного палива, зрідженого газу для опалювання. Протягом багатьох років мільйони тонн дизельного палива використовувалися в котлах для опалювання одноквартирних будинків. Один з шляхів раціонального використання палива - застосування дизельного або газового двигуна як приводу для теплового насоса. За допомогою теплового насоса з приводом від газового двигуна можна зекономити приблизно 40% газового палива в порівнянні з прямим спаленням газів в теплогенераторі [1].

Перспективні ТН з двигуном зовнішнього згоряння (двигун Стірлінга). Основні переваги сучасних двигунів Стірлінга: високий ККД, що досягається внаслідок регенерації тепла; порівняльне мале забруднення навколишнього середовища; можливість спалення у зовнішній камері будь-якого твердого, рідкого або газоподібного палива; мал шумна робота завдяки відсутності вибухового згоряння; економічність роботи, що характеризується порівняно малою питомою витратою палива, що наближається до питомої витрати палива двигуном Дизеля; мала потреба в мастилі; добрі регульовальні характеристики.

З приведеного графіку видно, що при на ККД теплового насоса дуже впливає значення температури як оточуючого середовища, так і температура теплоносія. При значній температурі теплоносія ККД і ефективність теплового насоса у півтора рази нижче ніж при зниженій на 20 градусів.

У місті Вельдховене (Нідерланди) експериментальний житловий будинок був обладнаний тепловим насосом "вода-вода" з приводом від одноциліндрового двигуна Стірлінга потужністю 5 кВт, в камері згоряння якого спалюють природний газ. Двигун заповнений гелієм. Через його систему охолодження і через газо-водяний теплообмінник пропускається вода з системи опалювання; через випарник теплового насоса ґрунтова вода, що служить джерелом тепла низького потенціалу. При випробуваннях встановили, що в систему опалювання поступає 25% тепла від перетворення механічної енергії; 55% - від охолодження двигуна і газів, що відходять, і 60% - від ґрунтової води. Тому, умовний ККД теплового насоса становить 140% [4].



Висновки. З вищевикладеного матеріалу, глядячи на те, що з кожним роком вартість електроенергії та газу лише зростають, стає раціональним використання інших джерел для опалення та гарячого водопостачання. Використання теплових насосів дозволяє опалювати будинки безкоштовною енергією довкілля. Постійно забезпечує будинок теплом в холодну

пору року, при використанні новітніх технологій у сфері електроніки є можливість гнучкого регулювання температури опалення у будинку, також є функція пасивного охолодження влітку.

Список використаних джерел.

1. Тепловые насосы для отопления дома. Принцип работы, цены и отзывы владельцев. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elementum.com.ua/blog/teplovye-nasosy-dlya-otopleniya-doma/>
2. Тепловий насос - альтернатива газовому опалюванню [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.rav.com.ua/ua/useful\\_know/clauses/energy](http://www.rav.com.ua/ua/useful_know/clauses/energy)
3. Система опалювання, що використовує тепло ґрунту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://studopedia.com.ua/1\\_8921\\_sistema-opalyvannya-shcho-vikoristovuie-teplo-runtu.html](http://studopedia.com.ua/1_8921_sistema-opalyvannya-shcho-vikoristovuie-teplo-runtu.html)
4. Опалювальні системи на базі ТН з приводом від газового або дизельного двигуна [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://studopedia.su/13\\_90554\\_opalyvalni-sistemi-na-bazi-tn-z-privodom-vid-gazovogo-abo-dizelnogo-dviguna.html](https://studopedia.su/13_90554_opalyvalni-sistemi-na-bazi-tn-z-privodom-vid-gazovogo-abo-dizelnogo-dviguna.html)

УДК 621.315.17

## СУЧАСНІ ВИДИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ОПОР ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

Гричана А.В., 4 курс

e-mail: lynx.crow@gmail.com

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

e-mail: helga\_vl@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У даній роботі розглядається питання будівництва ЛЕП  
з використанням сучасних матеріалів.*

**Постановка проблеми.** Лінія електропередачі (ЛЕП) – один з компонентів електричної мережі, призначений для передачі електричної енергії. Головною метою будівництва ЛЕП є безаварійна і надійна робота електричних мереж, а також безперебійне енергопостачання об'єктів. Особливістю будівництва в енергетиці є високі вимоги до якості, надійності та безпеки при реалізації технологічних рішень та відповідність національним та міжнародним стандартам у галузі енергетики. Крім того, складні географічні/природні умови виконання робіт (наприклад, проходження траси повітряної лінії (ПЛ) через озера, річки, гірську місцевість тощо), що іноді передбачені у проектах спорудження енергооб'єктів, вимагають застосування особливих технологій та використання спеціальної техніки для мінімізації негативного впливу на навколишню екосистему та безпечності виконання робіт. Тому забезпечення комплексної реалізації проектів спорудження ЛЕП з урахуванням вказаних вище вимог та з максимальним збереженням природного ландшафту на території ведення будівництва, є основою надійної та екологічно безпечної експлуатації енергооб'єктів, що необхідно для надійного енергопостачання у технологічному ланцюзі виробництва, передачі та постачання електроенергії.

**Аналіз останніх досліджень.** При будівництві повітряних ліній електропередач головним елементом є опори, до яких проводи підвішуються за допомогою ізоляторів і анкерної арматури. Від якості опор залежить безаварійна робота і термін служби ЛЕП. Традиційно при виготовленні опор використовують три основні види матеріалів – дерево, залізобетон і метал. Вибір виду опор при проектуванні ЛЕП зазвичай ґрунтується на наявності відповідних матеріалів в районі спорудження лінії електропередачі, економічною доцільністю і технічними характеристиками об'єкту, що будується. Перші, з яких розпочалася еволюція конструкцій ЛЕП, – це дерев'яні опори. Вони виготовляються у вигляді круглих стовпів з сосни, рідше з модрина, та застосовуються для ЛЕП з напругою до 220 кВ. Істотний недолік дерев'яних опор – гниття деревини, у зв'язку з чим термін їх експлуатації складає від 4 до 6 років. Залізобетонні опори бувають марок СВ, СК, СЦ, виготовляються з армованого металом бетону та встановлюються на лініях електропередач з напругою від 35 кВ і до 380 кВ [1]. Недоліки залізобетонних опор – складність транспортування на місце встановлення, велика вага, яка ускладнює монтаж і викликає ефект «доміно» - руйнування однієї опори призводить до обриву лінії і падіння сусідніх опор [2]. Металеві опори, в порівнянні із вищезазначеними видами матеріалів, не мають вказаних недоліків та характеризуються меншою вагою, здатністю витримувати високі механічні навантаження та забезпечувати більший габаритний проліт, що сприяє їх використанню для високовольтних ЛЕП.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання металоконструкцій з сучасних матеріалів при виготовленні опор для будівництва ЛЕП.

**Основні матеріали дослідження.** У будівництві повітряних ліній електропередачі широко поширені решітчасті металеві опори ЛЕП із сталевого кутового профілю. Причиною цього рішення стало впровадження проектними організаціями типових уніфікованих металевих опор ВЛ, які являють собою просторову решітку із сталевого прокату. Збірка елементів виконується за допомогою болтів або за допомогою зварювання. Застосування болтів в мета-

левих опорах ЛЕП дозволяє знизити витрати на транспортування за рахунок компактності відправних пакетів. Якість гарячого цинкування опор з болтовими з'єднаннями перевершує якість із зварними з'єднаннями, що підвищує їх довговічність, і розширює сферу застосування. Технічні вимоги до електричних мереж нового покоління передбачають підвищення термінів служби і надійності, зниження термінів будівництва і витрат на експлуатацію.

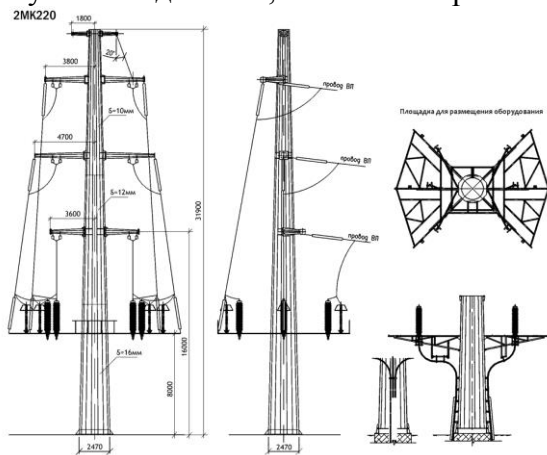


Рисунок 1 – Зображення багатогранної металевої опори ЛЕП

Зменшення висоти і кількості секцій, діаметру основи або вершини і форми перерізу, товщини стінки. Можлива зміна марки сталі, заглиблення в ґрунт і типу фундаменту і т.д. Ця властивість багатограних опор дозволяє оптимізувати їх кількість на кожній конкретній трасі і знижувати витрати на будівництво ЛЕП. Крім цього, багатогранні стовпи значно надійніші за бетонні і решітчасті опори, особливо в складних вітрових для ожеледі умовах. Тобто, об'єми руйнувань при аваріях знижуються у декілька разів. Відсутній ефект "скручування", як у решітчастих, і ефект "доміно", як у залізобетонних. Також, багатогранні металеві опори стійкі відносно дій вандалів – з такої опори неможливо зняти якусь деталь для власних потреб з метою подальшого використання в домашньому господарстві або отримання матеріальної вигоди з її продажу.

**Висновки.** У результаті запропонованого обґрунтування використання металоконструкцій із сучасних матеріалів при виготовленні опор для будівництва ЛЕП можна відмітити на ступне:

- чим складніші кліматичні умови експлуатації, будівництва, транспортування і технічні умови, тим вигідніше використання багатограних опор;
- конічні опори у багатьох випадках перевершують залізобетонні і решітчасті за вартісною оцінкою будівництва;
- у сучасних умовах застосування багатограних опор доцільне в тих проектах, де ефект від їх використання буде максимальним: будівництво ЛЕП в північних, віддалених і гірських районах та міських умовах.

#### Список використаних джерел.

1. Які бувають опори ЛЕП на існуючих повітряних лініях електропередач [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sbk.ltd.ua/uk/lep-opori-osvitlennja/202-kakie-byvajut-opory-lep-na-suschestvujuschih-vozdushnyh-linijah-elektroperedach.html>. – Назва з екрану.
2. Композитные опоры ЛЭП. Металлические опоры ЛЭП [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prometkon.ru/kompozitnye-opory-lep>. – Назва з екрану.
3. Багатогранні, конічні опори ЛЕП і освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://sbk.ltd.ua/uk/statti/161-mnogogrannye-konicheskie-opory-lep-i-osveschenija.html>. – Назва з екрану.

**СЕКЦІЯ 3.  
ДІАГНОСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ  
ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ**

УДК 621.313.33

## АНАЛІЗ МЕТОДУ СУШІННЯ ОБМОТОК АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Федькін В.А., 4 курс

e-mail: fedkin0797@gmail.com

Адамова С.В., асистент

e-mail: adamova\_sv@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена експлуатації асинхронних електродвигунів*

**Постановка проблеми.** Гарантувати безвідмовну роботу асинхронних електродвигунів на сьогоднішній день неможливо, тому для продовження строку служби електродвигунів треба якомога якісніше експлуатувати і захищати їх від аномальних режимів роботи, які можуть вивести АД з ладу. Найбільш вразливим місцем в конструкції електродвигуна є ізоляція обмоток. При довгому простоюванні електродвигунів без роботи або при неправильній експлуатації їх ізоляція зволожується, що призводить до зменшення опору ізоляції нижче нормованих значень. Це може призвести до таких аварійних режимів як, наприклад, однофазне замикання на корпус електродвигуна, що в свою чергу несе небезпеку для обслуговуючого персоналу. Тому задля усунення вологи з ізоляції, обмотки асинхронних електродвигунів підвергають сушінню [1], а пошук способів, які забезпечать найкращі техніко-економічні показники є актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень.** Основними методами сушіння обмоток асинхронних електродвигунів є: зовнішній нагрів, індукційний метод та нагрів струмом від стороннього джерела змінної напруги. Сушіння за допомогою зовнішнього нагріву є відносно не ефективним, так як волога залишається в деяких шарах ізоляції обмотки. Індукційний метод потребує розрахунку намагнічувальної обмотки під кожен двигун індивідуально, на що витрачається багато часу. Найефективнішим методом є нагрів ізоляції струмом від стороннього джерела змінної напруги.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати доцільність використання методу сушіння ізоляції обмоток асинхронних електродвигунів за допомогою нагріву струмом від стороннього джерела змінної напруги.

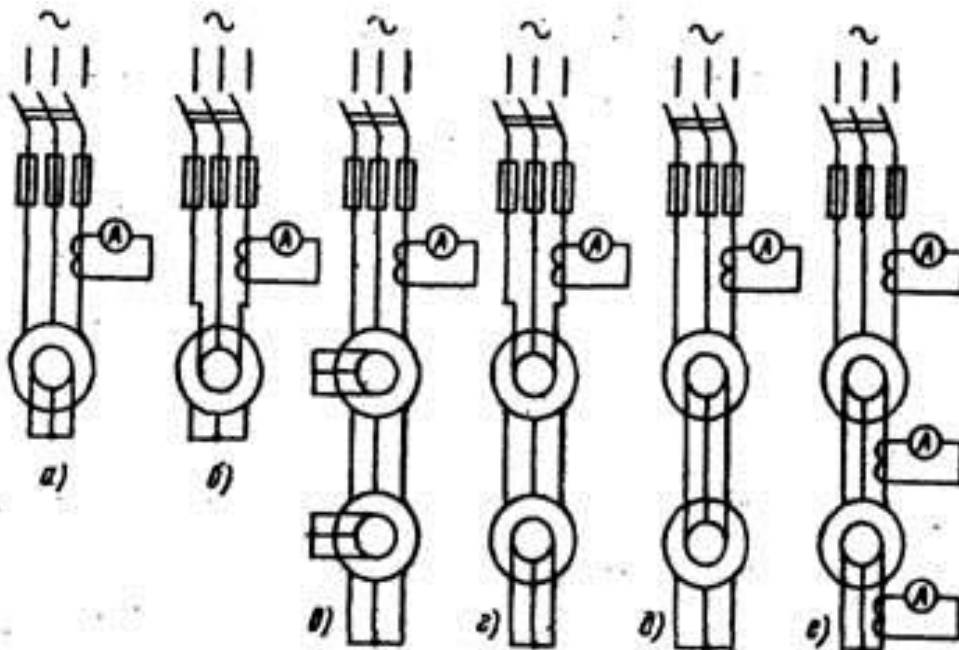
**Основні матеріали дослідження.** Сушіння обмоток за допомогою струму стороннього джерела змінної напруги відбувається в нормальному режимі або в режимі короткого замикання електродвигуна. Якщо у електродвигуна виведені всі шість кінців обмотки, струм пропускають послідовно через обмотки всіх фаз, якщо виведені тільки три кінця – обмотки двох фаз з'єднують паралельно і послідовно з обмоткою третьої фази з переключенням фаз через кожну годину. При використанні однофазного струму підведена напруга повинна бути не більше  $0,2 \dots 0,3 U_{\text{ном}}$  двигуна [2]. При сушці в режимі короткого замикання статор підключають до мережі трифазного змінного струму пониженої напруги і прогрівають струмом короткого замикання, який протікає по його обмотці (рисунок 1, а). Ротор при цьому загальмовується і його активна частина нагрівається завдяки індукційним втратам. У двигунів з фазним ротором останній закорочується перемичкою. Також напруга може бути підведена до обмотки загальмованого фазного ротору, а статор повинен бути закорочений (рисунок 1, б). Також можливо реалізувати одночасну сушку двох асинхронних електродвигунів однакової потужності (рисунок 1, в, г, д) та різної потужності, де додатково контролюється струм в обмотках роторів двох машин (рисунок 1, е). Напругу живлення при сушці необхідно змінювати таким чином, щоб струм не перевищував  $0,4 \dots 0,7 I_n$  електродвигуна. Під час сушіння необхідно слідкувати за температурою частин, що більше нагріваються (ротор). При підвищенні температури більше допустимої, ротор розгальмовують і він починає обертатися (при цьому електродвигун вентилюється). Також температуру можна регулювати, періодично відключаючи струм. При сушці корпус електродвигуна повинен бути надійно заземленим. Для

зменшення втрат теплоти електродвигун утеплюють азбестовим полотном [3]. Після всіх операцій треба виміряти опір ізоляції, який повинен складати не менше 1 МОм в холодному стані та не менше 0,5 МОм в нагрітому стані для асинхронних електродвигунів напругою до 1кВ. Також необхідно визначити коефіцієнт абсорбції  $K_{abc}$ , який характеризує ступінь зволоженості ізоляції за формулою 1:

$$K_{abc} = R_{60} / R_{15}, \quad (1)$$

де  $R_{60}$  – опір ізоляції через 60 секунд після початку вимірювання;  
 $R_{15}$  – опір ізоляції через 15 секунд після початку випробування.

Коефіцієнт абсорбції повинен складати  $K_{abc} > 1,3$  для сухої ізоляції та  $K_{abc} < 1,3$  для вологої ізоляції.



а – індивідуальна сушка, при підведенні напруги до обмотки статора; б – індивідуальна сушка, при підведенні напруги до обмотки ротора; в, г, д – одночасна сушка двох асинхронних двигунів однакової потужності при різних схемах підключення; е - одночасна сушка двох асинхронних двигунів різної потужності

Рисунок 1 – Принципові електричні схеми підключення асинхронних електродвигунів при сушінні ізоляції обмоток до сторонньої мережі змінної напруги

**Висновки.** Розглянуто метод сушіння ізоляції обмоток асинхронних електродвигунів струмом короткого замикання від сторонньої мережі змінної напруги. Цей метод є найкращим та найефективнішим серед інших, так як струм проходить безпосередньо по обмотці та нагрів виконується по всьому перерізу проводу з ізоляцією. Таким чином час сушіння обмотки набагато менший, ніж в при використанні інших методів.

#### Список використаних джерел.

1. Гемке Р.Г. Неисправности электрических машин. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 331с.
2. Сушка ізоляції електричних машин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studopedia.org/4-110246.html>
3. Способы сушки электрических машин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://leg.co.ua/knigi/oborudovanie/montazh-silovogo-i-vspomogatelnogo-elektrooborudovaniya-18.html>



УДК621.313-57

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ РОБОТИ Й ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Щербінін О.Є.,  
Чернецький В.А.,  
Стребков О.А.

E-mail: sashko@yandex.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Проведено аналіз існуючих методів і засобів контролю режимів роботи й захисту асинхронних електродвигунів.*

Постановка проблеми. Перевантаження є найбільш поширеним аномальним режимом електродвигунів. Воно проявляється в збільшенні струму, який споживає електродвигун, і тепловою дією. Клас ізоляції задає номінальне перевищення температури при температурі навколишнього середовища 40°C. Будь-яке відхилення від даних експлуатаційних меж призводить до зниження строку служби електродвигуна через підвищений розхід ресурсу його ізоляційної конструкції.

Аналіз останніх досліджень. В залежності від необхідного рівня захисту захист електродвигуна може бути реалізований за рахунок: реле перевантаження, теплового (біметалевого) або електронного реле, яке забезпечує захист від перевантаження, шляхом контролю споживаного струму кожною фазою; несиметрії або відсутності фази за рахунок диференційного пристрою; реле контролю температури з терморезистором, який має позитивний температурний коефіцієнт; багатофункціональних реле [1-3].

Мета статті. Провести аналіз сучасних методів і засобів контролю режимів роботи й захисту асинхронних електродвигунів і виявити наскільки вони здатні забезпечувати високу експлуатаційну надійність асинхронних електродвигунів.

Основні матеріали дослідження.

Біметалічні теплові реле перевантаження підключаються до контактору для захисту електродвигуна, живлячої мережі і обладнання від невеликого тривалого перевантаження, тому вони розраховані для забезпечення пуску електродвигуна без відключення. Однак вони повинні бути захищеними від великих перевантажень за струмом за допомогою автоматичного вимикача або плавких запобіжників.

В [2] виведена залежність припустимого часу роботи електродвигуна із заданим коефіцієнтом перевантаження. Там же отримано вираз захисної характеристики теплового реле.

Порівнюючи між собою ці дві залежності можна зробити наступний висновок: перевантажувальна характеристика асинхронного електродвигуна не може збігатися із захисною характеристикою теплового реле.

Електронні реле перевантаження мають переваги електронних систем і моделюють більш точний тепловий стан електродвигуна. Використовуючи модель з тепловими постійними часу двигуна, система постійно розраховує температуру двигуна на підставі струму, який проходить через нього, і часу роботи. Такий захист більш чутливий і може запобігти раптовому відключенню. Реле електронного перевантаження менш чутливі до теплових умов, в яких вони встановлені.

Крім звичайних функцій реле перевантаження (захист від перевантаження двигуна, несиметрії і відсутність фаз) електронне реле перевантаження може включати в себе наступні опції:

- керування за датчиком температури;
- захист від заклинення і перевантаження за моментом;
- захист від неправильного чередування фаз;
- захист від порушення ізоляції;

- захист від роботи без навантаження.

Реле з датчиком температури реагують на фактичну температуру двигуна. Датчики встановлюються в двигуні, так як вони мають невеликі габарити, їх теплова інерція мала, вони гарантують короткий час спрацювання і тому забезпечують точне вимірювання температури двигуна.

Вони безпосередньо вимірюють температуру обмоток статора, таким чином, вони можуть використовуватись для захисту електродвигунів від перевантажень, підвищення температури навколишнього середовища, несправностей системи вентиляції, дуже частих процесів пуску.

Електронний блок – електронний прилад, який живиться змінним або постійним струмом, безперервно вимірює опір датчиків які до нього підключені. В залежності від обраних датчиків режим захисту може використовуватись для:

- сигналізації без зупинки машини; - зупинки машини.

Ця система повинна бути виконана заздалегідь, оскільки датчики монтується на обмотках при виготовленні електродвигуна, хоча вони також можуть бути встановлені під час ремонту двигуна після аварії.

Вибір датчиків залежить від категорії ізоляції і конструкції двигуна. Монтаж зазвичай виконується виробником двигуна або кваліфікованим обмотувальником електричних машин.

Ці дві умови означають, що такий захист встановлюється тільки на високоякісному обладнанні з дорогими двигунами.

Багатофункціональні реле. Електро механічні або електронні реле захищають двигун шляхом вимірювання струму двигуна. Вони ідеально підходять для постійної роботи, однак не можуть враховувати велику кількість можливих проблем через зміни температури, напруги або специфіки використання електродвигуна.

Якщо врахувати, що нагрівання електродвигуна залежить не тільки від величини струму, але й від інших втрат активної потужності в елементах конструкції електродвигуна, умов охолодження, температури навколишнього середовища, то можна стверджувати, що при невеликих перевантаженнях сила електричного струму може служити лише наближеним діагностичним параметром теплового процесу електродвигуна.

Більш вдалим є метод діагностування режиму роботи електродвигуна по температурі обмотки. [3]. Незважаючи на те, що ці пристрої більш об'єктивно контролюють режим роботи асинхронних електродвигунів, вони також не позбавлені недоліків:

- необхідність вмонтовувати перетворювачі температури в кожен з обмоток;
- необхідність прокладки двох додаткових проводів;
- необхідність контролю кола підключення перетворювачів до пристрою;

Відключення електродвигуна при випадкових підвищеннях температури понад величину уставки при одночасних значних зниженнях температури в інші періоди роботи.

**Висновок.** Існуючі засоби діагностування і захисту асинхронних електродвигунів дозволяють вирішити проблему ресурсозбереження під час роботи приводних асинхронних електродвигунів в режимі навантаження, але залишаються невирішеними питання ресурсозбереження при пуску асинхронних електродвигунів, що потребує подальшого дослідження електро механічних і теплових перехідних процесів при пуску останніх, особливо процеси розходу ресурсу ізоляції в післяпусковий період.

#### Список використаних джерел.

1 Овчаров С.В. Ресурсо-енергосберегающие эксплуатационные режимы силового электрооборудования / С.В. Овчаров // Аграр Медиа Груп, 2012. – 293 с.

2 Ермолаев С.А. Эксплуатация и ремонт электрооборудования и средств автоматизации в системе АПК / С. А. Ермолаев, В.А. Мунтян., В.Н. Кюрчев // – К.: Альтур, 1997. – 414с.

3 Стребков О.А. Розробка пристрою діагностування додаткового теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна в післяпусковий період / О.А. Стребков, О.Ю.Вовк, Ю.О. Стьопін // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2017. – Вип. 186 «Проблеми енергозабезпечення в АПК України». – С.88–90.

УДК 621.315.21

## ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ПОШКОДЖЕННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ МЕТОДОМ НАКЛАДНОЇ РАМКИ

Дудіна М.П., магістрант  
Дінабуський В.С., магістрант  
Чебанов А.Б., к.т.н.  
Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: dudinamariatl@gmail.com  
e-mail: vladislav.dinaburskiy@gmail.com  
e-mail: chebanov-ab@yandex.ru

*Стаття присвячена аналізу використання методу накладної рамки, який є різновидом індукційного методу, що застосовується при пошуку пошкоджень на кабельних лініях.*

**Постановка проблеми.** В процесі експлуатації кабельних ліній на них можуть виникати різного роду ушкодження. Відновлення кабельної лінії електропередачі в багатьох випадках затягується через значні труднощі визначення місця пошкодження. Вибір методу визначення місця пошкодження кабелю залежить від характеру пошкодження і перехідного опору в місці пошкодження.

За характером пошкоджень в трифазних кабельних лініях розрізняють наступні їх види: пошкодження ізоляції, що викликає замикання однієї фази на землю; пошкодження ізоляції, що викликає замикання двох або трьох фаз на землю або двох або трьох фаз між собою; обрив однієї, двох або трьох фаз без заземлення або з заземленням як обірваних, так і необірваних жил; запливи пробоями ізоляції; пошкодження лінії одночасно в двох або більше місцях, кожне з яких може відноситися до однієї з вищевказаних груп.

Аналогічні види пошкоджень можуть бути і в чотирижильного кабельних лініях до 1000 В.[1] Пошук методів, які забезпечать точне місце знаходження різного виду пошкодження кабелю є актуальним завданням.

**Аналіз останніх досліджень.** У кабельних лініях визначають спочатку зону пошкодження, а потім уточнюють місце пошкодження безпосередньо на трасі.

Для визначення зони пошкодження лінії на практиці застосовують відносні методи: імпульсний, коливального розряду, петлі та ємності.

Для визначення місця пошкодження безпосередньо на трасі рекомендується застосовувати абсолютні методи: індукційний, акустичний і метод накладної рамки.

Загальними недоліками відомих способів визначення місця пошкодження є:

- залежність результатів пошуку від досвіду і кваліфікації оператора;
- складність і дороговизна апаратури і способів визначення місця пошкодження;
- значний час (3-5 год) пошуку несправності;
- необхідність пропалювання ізоляції жил кабелю до перехідного опору менше

100 Ом, що скорочує термін служби кабельних ліній.

**Мета статті.** Метою цієї статті є аналіз використання методу накладної рамки для визначення пошкодження на кабельних лініях.

**Основні матеріали досліджень.** Метод накладної рамки застосовується при металевому замиканні однієї жили кабелю на оболонку і замиканні двох жил кабелю, тобто при неможливості створення іскрового розряду в місці пошкодження. Також даний метод застосовується для визначення місця пошкодження відкрито прокладених кабельних ліній (в приміщеннях, тунелях, підвалах тощо). Окрім того, цей метод може бути застосований також для кабельних ліній, прокладених в землі, на відритій траншеї або спеціально відритих траншеях по трасі лінії для визначення місць пошкоджень на кабелях з окремо освинцьованими жилами. В цьому випадку необхідно провести розкопки декількох траншей в зоні пошкодження кабелю. Він може бути використаний і на кабелях з поясною ізоляцією при пробоях однієї жили на оболонку або декількох з великим перехідним опором. Крім того, методом наклад-

ної рамки можна визначити відключений, наприклад, для ремонту кабель, що лежить в пучку інших кабелів.[2, 3]

Суть методу наступна. Після підключення генератора на кабель накладають рамку з телефоном і повертають її навколо осі кабелю. Якщо вимірювання проводиться до місця пошкодження, то за один поворот рамки буде прослуховуватися два максимуми і два мінімуми звукового сигналу. За місцем ушкодження при повороті рамки буде прослуховуватися монотонний звук (рисунок 1).

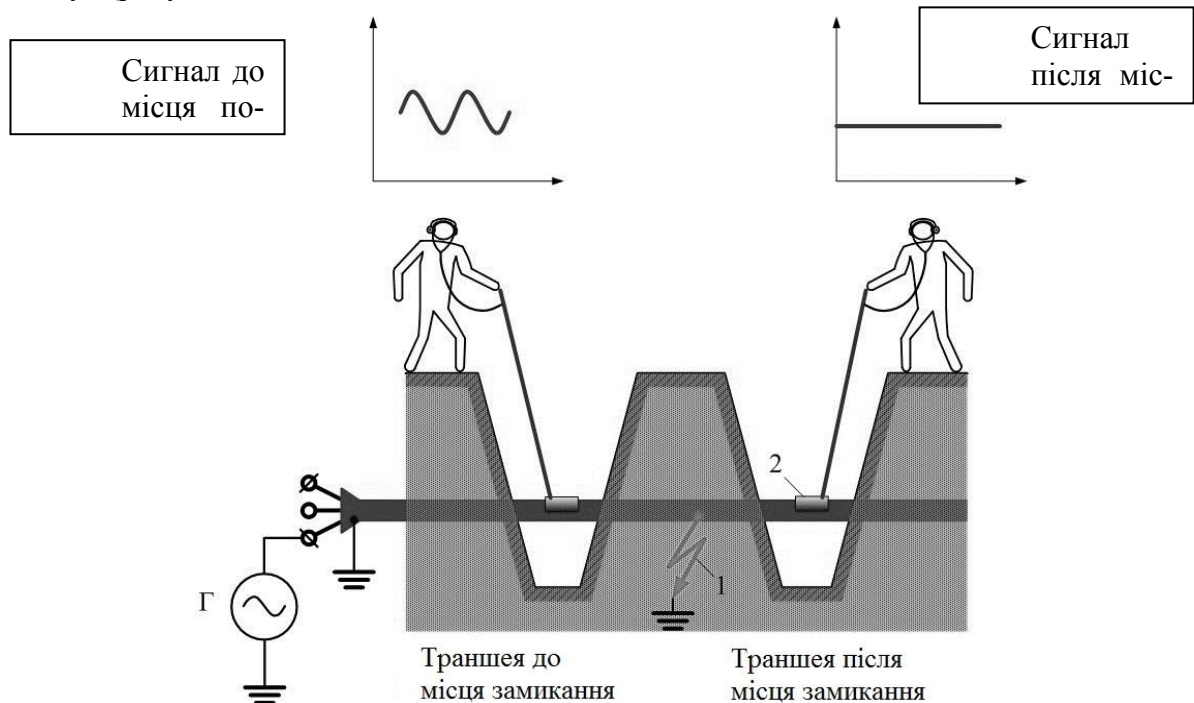


Рисунок 1 – Відшукування місця замикання на землю методом накладної рамки: 1 - місце замикання на землю; 2 - накладна рамка.

Особливо зручний цей метод при відкритому способі прокладки кабелю або при уточненні знаходження пошкодження в межах розритої траншеї. На закритій трасі відриваються траншеї на кордонах передбачуваної зони місцезнаходження пошкодженого кабелю. Після виділення ділянки між траншеями, де є пошкодження, наступним траншуванням можна точно визначити пошкодження в кабелі. До пошкодженої жилі підключається генератор звукової частоти (800-1500 Гц), і встановлюється струм через місце замикання в оболонку порядку 1-5 А. На виявлену в траншеї оболонку кабелю накладається накладна рамка з приєднанням до неї головним телефоном, і при обертанні рамки навколо осі кабелю прослуховуванням визначається характер зміни звуку від електромагнітного поля. Рамка влаштована таким чином, що витки її зібрані в щільний джгут, вигнутий по периметру обидвома сторонами рамки, зробленої з заліза товщиною 3-4 мм. Електрорушійна сила наводиться в витках на обох сторонах рамки, і отже, результуюча ЕРС змінюється при обертанні рамки.

При користуванні даним методом потрібна наступна апаратура: накладна рамка, підсилювач, телефонні трубки.

Рамка виготовляється з дроту марки ПЕ діаметром 0,01 мм з кількістю витків  $n = 300-400$ , причому витки зібрані в щільний джгут і рамка зверху закрита сталевим кожухом, який служить екраном, що захищає рамку від магнітних полів, що викликаються сторонніми джерелами струму (рисунок 2).

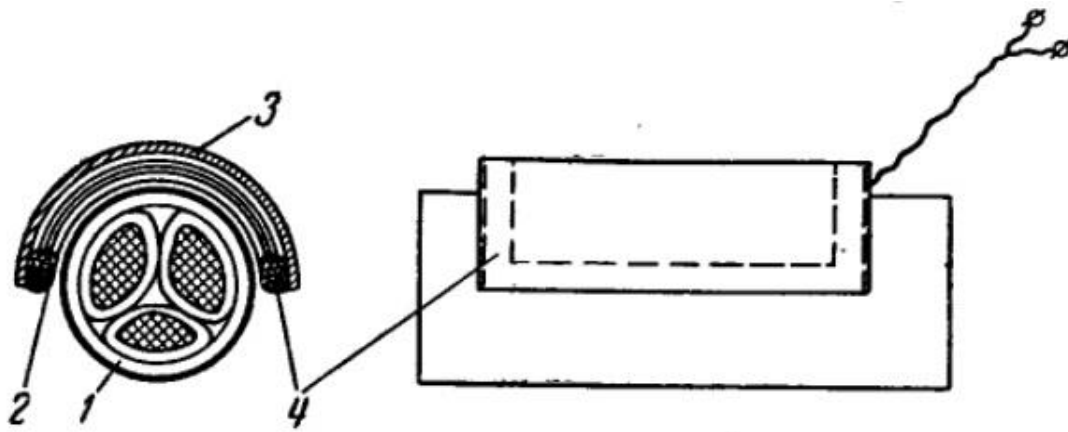


Рисунок 2 – Конструкція накладної рамки: 1 – кабель; 2 – екран; 3 – стальне ярмо; 4 – котушка на 1000 витків,  $\varnothing = 0,07$  мм.

Для визначення місця замикання на землю в повітряних розподільних мережах напругою 6 - 20кВ служить прилад «Пошук-1», заснований на вимірах поблизу повітряних ліній вищих гармонійних складових магнітного поля струму лінії при наявності заземлення. Вимірювання проводять на відстані 6 - 8 метрів від осі лінії. Показання приладу при вимірах всіх ліній, що відходять від підстанції, будуть максимальними на пошкодженій лінії. Послідовне вимірювання вздовж пошкодженої лінії або відгалуження від лінії дозволяють визначити місце замикання, так як за ним показання приладу різко знижуються.

Якщо прослуховування здійснюється без підсилювача, то число витків в рамці визначається з найбільш вигідного співвідношення між опором рамки і опору телефону.

З метою зменшення впливу перешкод від сторонніх полів рамка екранується зверху сталевим кожухом, а з нижньої сторони захищається від механічних пошкоджень латунним листом. З'єднання рамки з телефоном здійснюється екранованим проводом.

Метод накладної рамки має переваги: є простим у використанні, надійним, не вимагає громіздкого обладнання та легко транспортується. Особливо зручний цей метод при відкритому способі прокладки кабелю або при уточненні знаходження пошкодження в межах розритої траншеї. Однак, цей метод дозволяє досить ефективно відшукувати місце пошкодження кабелю при перехідному опорі не більше одиниць Ом і довжині кабелю за місцем пошкодження до 1 км.

**Висновки.** Проведений аналіз методу накладної рамки забезпечить належне визначення місця пошкодження кабелю в роботі і відключеного кабелю. Метод є досить актуальним і широко застосовується.

#### Список використаної літератури:

1. Дементьев В.С. Как определить место повреждения в силовом кабеле / В.С. Дементьев – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960. — 48 с. — (Библиотека электромонтера. Выпуск 32).
2. Боричева И.Е. Справочник по электроустановкам промышленных предприятий: справочник / И.Е Боричева – том 1, часть 1. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 720 с.
3. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях/ Г.М. Шалыт.– М.: Энергоиздат, 1982. – 312 с.

УДК 621.313.333.004.58

## ВПЛИВ ЗНИЖЕННЯ НАПРУГИ НА ЗНОШЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ РОБОЧОЇ МАШИНИ З НЕЛІНІЙНО-ЗРОСТАЮЧОЮ МЕХАНІЧНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ

Трегубов В.А., 4 курс

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент,

aleksvovk020405@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена дослідженню впливу зниження напруги на зношення ізоляції асинхронного електродвигуна приводу робочої машини з нелінійно-зростаючою механічною характеристикою.*

**Постановка проблеми.** На сьогодні більше 50 % електричної енергії, що виробляється у світі, споживається асинхронними електродвигунами [1]. Таке розповсюдження ці електродвигуни отримали завдяки високій конструкційній надійності та порівняно незначній вартості виготовлення. В той же час експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів у всіх галузях промисловості невисока: щорічно виходять з ладу та ремонтуються близько 30 % зазначених електродвигунів, час напрацювання на відмову становить 0,5 ... 1,5 роки [2]. Головними причинами невисокої експлуатаційної надійності вказаних двигунів є зовнішні впливи на них як з боку живлячої мережі, так і з боку робочих машин. Одним з таких впливів є зниження напруги живлячої мережі на затискачах працюючих асинхронних двигунів.

**Аналіз останніх досліджень.** Існуючі методи аналізу впливу зниження напруги на затискачах асинхронного електродвигуна дозволяють визначати або тільки його енергетичні показники роботи, які тільки опосередковано дозволяють робити висновок про стан ізоляції електродвигуна, або швидкість теплового зношення ізоляції без урахування завантаження електродвигуна під час зниження напруги [1 – 4].

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Тому у статті пропонується встановлення та чисельне дослідження математичних залежностей швидкості теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна у функції коефіцієнту зниження напруги та коефіцієнту завантаження електродвигуна приводу робочої машини з нелінійно-зростаючою механічною характеристикою.

**Основна частина.** Запишемо відповідно до [5] рівняння моменту на валу електродвигуна при зниженні напруги в залежності від його завантаження:

$$M = \frac{s}{s_n} \cdot \frac{k_U^2}{k_z} \cdot M_n, \quad (1)$$

де  $M$ ,  $M_n$  – відповідно поточний та номінальний моменти на валу асинхронного двигуна, Н·м;

$s$ ,  $s_n$  – відповідно поточне та номінальне ковзання електродвигуна;

$k_z$  – коефіцієнт завантаження асинхронного електродвигуна;

$k_U$  – коефіцієнт, який враховує зниження напруги живлячої мережі (дорівнює відношенню діючого значення поточної напруги до номінальної).

Якщо підставити рівняння (1) у емпіричне рівняння механічної характеристики робочої машини [4]:

$$M_{on} = M_0 + (M_{on.n} - M_0) \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^x, \quad (2)$$

де  $M_{on}$ ,  $M_{on.n}$  – відповідно поточне та номінальне значення моменту опору робочої машини, Н·м;

$\omega$ ,  $\omega_n$  – відповідно поточна і номінальна кутові швидкості асинхронного двигуна, рад./с;

$x$  – показник ступеня, який характеризує зміну статичного моменту робочої машини при зміні швидкості, то після перетворень отримаємо:

$$\frac{s}{s_n} \cdot \frac{k_U^2}{k_3} = M_{0*} + (1 - M_{0*}) \cdot \left( \frac{1-s}{1-s_n} \right)^x, \quad (3)$$

де  $M_{0*} = M_0/M_n$ .

З останнього рівняння (3) після перетворень отримуємо вираз ковзання двигуна в залежності від коефіцієнтів завантаження та зниження напруги з урахуванням виду механічної характеристики робочої машини. Для робочої машини з нелінійно-зростаючою механічною характеристикою ( $x = 2$ ) ця залежність буде наступною:

$$s = 1 + \frac{k_U^2}{k_3} \cdot \frac{(1-s_n)^2}{2 \cdot s_n \cdot (1-M_{0*})} - \sqrt{1 + \frac{k_U^2 (1-s_n)^2 (k_U^2 \cdot (1-s_n)^2 + k_3 s_n (1-M_{0*}))}{4 \cdot k_3^2 \cdot s_n^2 \cdot (1-M_{0*})^2} - \frac{1-M_{0*} \cdot s_n}{1-M_{0*}}}. \quad (4)$$

Тепер встановимо вплив ковзання на швидкість теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна. Відповідно до [4] остання визначається наступним рівнянням:

$$\varepsilon = \varepsilon_n \cdot e^{B \left( \frac{1}{\Theta_n} - \frac{1}{\Theta_y} \right)}, \quad (5)$$

де  $\varepsilon$ ,  $\varepsilon_n$  – відповідно поточна та номінальна швидкості теплового зношення ізоляції електродвигуна, баз.год/год;

$B$  – коефіцієнт, що характеризує клас нагрівостійкості ізоляції електродвигуна, К;

$\Theta_n$ ,  $\Theta_y$  – відповідно номінальне та усталене абсолютні значення температур обмотки статора, К.

Усталене абсолютне значення температури обмотки статора згідно [4] дорівнює:

$$\Theta_y = \tau_y + \vartheta_{сер} + 273, \quad (6)$$

де  $\tau_y$  – усталене значення температури обмотки статора, °С;

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

У свою чергу, усталене значення температури обмотки статора згідно [4] дорівнює:

$$\tau_y = \tau_n \cdot \frac{a + k_i^2}{a + 1 - \alpha \cdot \tau_n (k_i^2 - 1)}, \quad (7)$$

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

$a$  – коефіцієнт втрат електродвигуна;

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

$k_i$  – квадрат кратності діючого значення сили струму в обмотці статора асинхронного електродвигуна.

Запишемо квадрат значення останнього, використовуючи Г-подібну схему заміщення асинхронного електродвигуна [4], з урахуванням зниження напруги на його затискачах:

$$k_i^2 = k_U^2 \cdot \frac{(r_1' + r_2''/s_n)^2 + (x_1' + x_2'')^2}{(r_1' + r_2''/s)^2 + (x_1' + x_2'')^2}, \quad (8)$$

де  $r_1'$ ,  $r_2''$ ,  $x_1'$ ,  $x_2''$  – параметри Г-подібної схеми заміщення асинхронного електродвигуна, Ом.

Проведемо чисельний аналіз швидкості теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна 4A100S2Y3 при  $k_3 = 0 \dots 1$ ,  $k_U = 1 \dots 0,85$ , якщо він приводить в рух робочу машину (яка має  $M_{0*}=0,2$ ) з нелінійно-зростаючою механічною характеристикою при  $\vartheta_{сер}=40^\circ\text{C}$ .

Для вказаного електродвигуна:  $r_1' = 1,509 \text{ Ом}$ ;  $r_2'' = 1,006 \text{ Ом}$ ;  $x_1' = 1,537 \text{ Ом}$ ;  $x_2'' = 2,767 \text{ Ом}$ ;  $s_n = 0,033$ ;  $\tau_n = 90 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $a = 0,6$ ;  $\alpha = 0,004 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ ;  $\varepsilon_n = 1 \text{ баз.год/год}$ ;  $B = 10200 \text{ К}$ ;  $\Theta_n = 403 \text{ К}$  [4].  
Результати розрахунків наведено на рисунку 1.

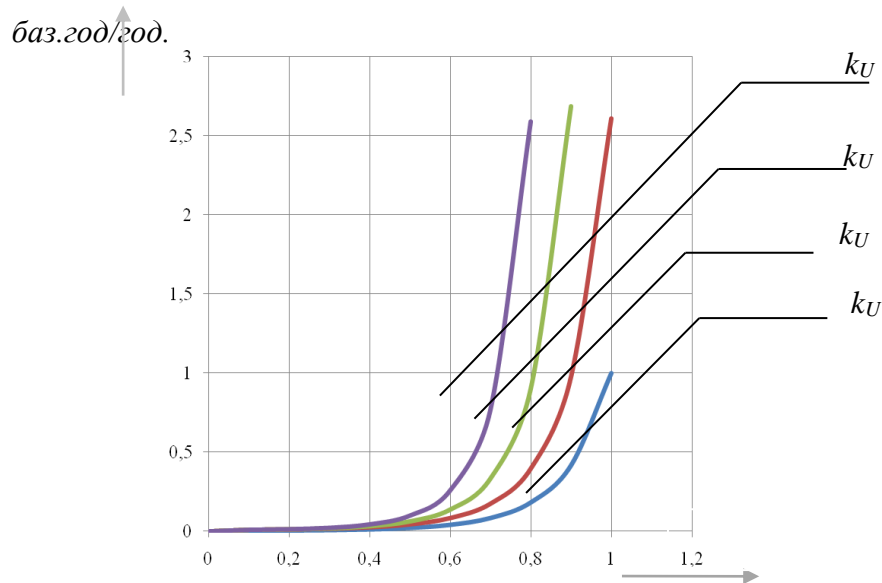


Рисунок 1 – Залежність швидкості теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна 4А100S2У3 від коефіцієнтів завантаження та зниження напруги на затискачах.

**Висновки.** Таким чином, при температурі навколишнього середовища  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  і зниженні напруги на затискачах асинхронного електродвигуна на 5 % швидкість теплового зносу ізоляції не перевищує номінальне значення при завантаженні електродвигуна на 90 %; при зниженні напруги на затискачах асинхронного електродвигуна на 10 % швидкість теплового зносу ізоляції не перевищує номінальне значення при завантаженні електродвигуна на 80 % за тієї ж температури навколишнього середовища; при зниженні напруги на затискачах асинхронного електродвигуна на 15 % швидкість теплового зносу ізоляції не перевищує номінальне значення при завантаженні електродвигуна на 70 % за тієї ж температури навколишнього середовища. Тобто на кожні 5 % зниження напруги необхідно знижувати завантаження електродвигуна на 10 % за умови незмінності температури навколишнього середовища.

#### Список використаних джерел.

1. 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.
2. Закладной А.Н. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / А.Н. Закладной, О.А. Закладной // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2004. – № 4. – С.63–67.
3. Савченко П.І., Графоаналітичний метод визначення механічних координат системи "АД – робоча машина" в перехідних і усталених режимах роботи / П.І.Савченко С.В. Овчаров, О.В. Уваров // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – № 1 (6), 2004. – С.48 – 53.
4. Овчаров С.В. Ресурсоенергосберегающие эксплуатационные режимы силового электрооборудования / С.В. Овчаров. – К.: Видавництво ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 293 с.
5. 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 «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – 2014. – С.79–81.



УДК 621.314.222.6

## ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ НУЛЬОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПОШКОДЖЕНЬ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Сімонцев В.О., 4 курс

e-mail: v.simonthev@yandex.ru

Цибуля А.Ю., 4 курс

e-mail: artem.tsibulia@meta.ua

Чебанов А.Б., ст. викладач

e-mail: chebanov-ab@yandex.ru

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В роботі пропонується метод виявлення дефектів, що впливають на струм небалансу трансформатора струму нульової послідовності на стадії його виготовлення.*

**Постановка проблеми.** В даний час в електроенергетиці до вільно інтенсивно розвивається концепція розподіленої генерації, яка реалізується, як правило, на базі газотурбінних агрегатів порівняно невеликої потужності. У більшості випадків генератори таких електростанцій приєднуються до збірних шин розподільних пристроїв декількома паралельними кабелями, або як прийнято називати таке приєднання пучком кабелів. Таке ж конструктивне рішення також часто використовується при реконструкції електростанцій старої споруди і зокрема при заміні турбін і генераторів. Це пояснюється тим, що розміщення вже наявного допоміжного обладнання електростанції не дозволяє виконати приєднання генератора жорстким шинопроводом. У практичних випадках потужність генераторів, які приєднуються пучком кабелів, становить від 6 до 32 МВт при номінальній напрузі 6,3 або 10,5 кВ. Відповідно номінальний струм генераторів лежить в межах 4 ... 6,7 кА. Одним з обов'язкових видів захисту, якої повинен бути оснащений генератор, є захист від замикань на землю в обмотці статора генератора. До чутливості такого захисту пред'являються дуже високі вимоги. За існуючими нормативами захист повинен спрацьовувати при струмі нульової послідовності в колі генератора не більше 5 А. Однак дуже бажано забезпечити по можливості ще більш високу чутливість, так як при цьому і за інших рівних умов зменшується зона нечутливості захисту, що примикає до нейтралі. Особливо важливо підвищення чутливості для випадків, коли приєднана до генератора зовнішня мережа має порівняно невеликий ємнісний струм замикання на землю. З умови селективності струм спрацьовування захисту від замикань на землю повинен відбудовуватися від струму, що дорівнює сумі власного ємнісного струму генератора і струму небалансу фільтра струмів нульової послідовності. Власний ємнісний струм генераторів зазначеної вище потужності невеликий і лежить в межах приблизно від 0,2 до 1,2 А. Тому основним резервом для підвищення чутливості захисту є зниження струму небалансу фільтра струмів нульової послідовності, що є актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень.** При зменшенні струму небалансу використовують додатковий активний опір який включають у вторинну обмотку ТНСП, але це в свою чергу призводить до підвищення споживчої потужності трансформатора, що не є доцільно і зменшує метрологічні показники.

**Мета статті.** Обґрунтування методу і пристрою для виявлення дефектів, що викликають підвищення струму небалансу на стадії виготовлення за допомогою трансформатора струму нульової послідовності.

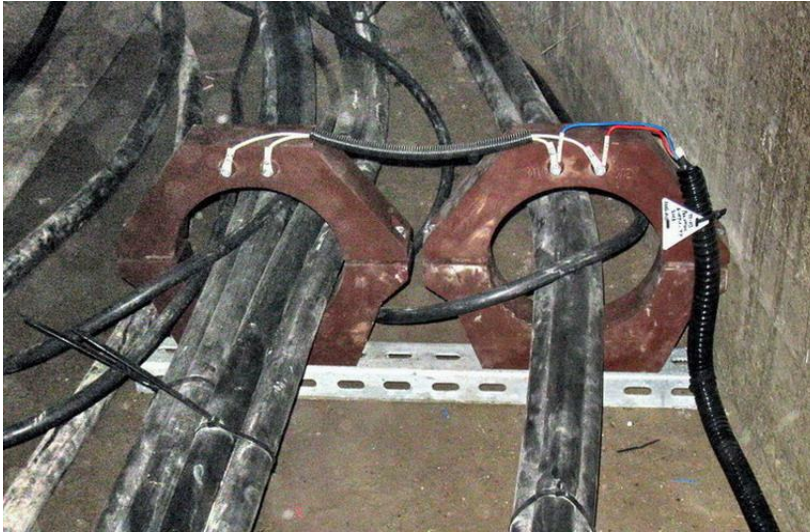


Рисунок 1 – Трансформатор струму нульової послідовності

**Основні матеріали**  
**підження.** В даному випадку принципово можливе застосування в якості фільтра нульопослідовності трансформатора струму нульової послідовності (ТСНП), через вікно магнітопровода якого пропускається весь пучок кабелів. Вплив різних чинників на струм небалансу ТСНП досліджувався у різних робіт [1-3], а найглибше і докладно - в роботі [1]. Найкращим за інших рівних умов є ТСНП, геометрія якого має просторову симетрію, а саме ТСНП, виконаний на торо-

їдальному магнітопроводі з рівномірним розташуванням вторинної обмотки по довжині магнітопроводу.

Такий ТСНП має найменший струм небалансу, що викликається несиметричним розташуванням первинних провідників відносно магнітопроводу. Проте може мати місце значне збільшення струму небалансу через недосконалість технології виготовлення магнітопроводу і нанесення обмотки. Нині тороїдальні магнітопроводи виготовляються навивкою стрічки електротехнічної холоднокатаної сталі. При цьому можливі наступні дефекти при виготовленні, які можуть привести до підвищення струму небалансу :

- порушення ізоляційного покриття стрічки електротехнічної сталі і замикання смуг при намотуванні;
- неоднакова щільність укладання витків вторинної обмотки уздовж магнітопроводу.

Наявність таких дефектів у вигляді підвищеного струму небалансу може бути виявлена після монтажу ТСНП і безпосереднього виміру струму небалансу при робочому струмі генератора. Якщо виявиться, що струм небалансу перевищує допустиме значення, то знадобиться його заміна з необхідністю зупинки генератора і можливо потрібний також перерозподіл кабелів.

**Висновки.** В роботі запропоновано використовувати при прокладанні пучків кабелів напругою 6,3-10,5 кВ трансформатор струму нульової послідовності, який забезпечить зниження струмів небалансу.

#### Список літератури

1. Сирота И.М. Трансформаторы и фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. / И.М. Сирота – Киев: Наукова думка, 1983. – 268 с.
2. Шалин А.И., Хабаров А.М. Небалансы в направленных защитах от замыканий на землю // Официальный сайт компании «Болид». 2013. URL: [http://static.pnpbolid.com/pdf/IV\\_Conference\\_2006—15.pdf](http://static.pnpbolid.com/pdf/IV_Conference_2006—15.pdf) (дата обращения: 28.02.2013).
3. Щеглов А.И., Горюнов В.А. Защиты от замыканий на землю сетей 6(10) кВ. Особенности монтажа трансформаторов тока нулевой последовательности / А.И. Шалин, А.М. Хабаров –Новости Электротехники. –2008. – Т. 53. – № 5. – С. 68–70.

УДК 621.313.13

## КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Матєв А.А., 21СЕЕ

e-mail: [tolikmatev1996@gmail.com](mailto:tolikmatev1996@gmail.com)

Попова І.О., к.т.н., доцент

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

Таврійський державний агротехнологічний університет

*В роботі розроблена принципова схема комбінованого захисного пристрою обмоток статора асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором.*

**Постановка проблеми.** В агропромисловому комплексі найбільш часто використовують асинхронні двигуни загального призначення потужністю від 0,75 кВт до 7,5 кВт, що складають 50 % всього парку [1]. Тому питання підвищення надійності і довготривалої роботи асинхронного електродвигуна, як найбільш відповідальної ділянки в комплексі технологічного обладнання, є актуальним [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Як відомо, найбільш вразливим елементом конструкції електродвигуна, що обумовлює значну кількість виходів його з ладу, є обмотка і її ізоляція з причини її пошкодження в результаті перевантаження за струмом і теплового зносу її ізоляції, що є наслідком майже всіх аварійних експлуатаційних режимів. Це призводить до простою технологічного обладнання і пов'язаних з цим суттєвих збитків. Тому розробка сучасних, недорогих електронних пристроїв захисту є актуальною задачею.

**Мета статті.** Розробити принципову електричну схему комбінованого захисного пристрою асинхронного двигуна.

**Основні матеріали дослідження.** Пристрої захисту від аварійних режимів можна розділити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та інші. Струмові захисні пристрої реагують на силу струму, що тече в обмотці статора електродвигуна, яка підлягає захисту. Недоліком струмових захистів є різна чутливість к зміні перевантажень. Найбільшу чутливість вони мають у діапазоні великих перевантажень, пов'язаних з різким зростанням струму у обмотках статора асинхронного електродвигуна. А в діапазоні малих перевантажень чутливість їхня знижується, що є основним недоліком струмових захистів. Температурні захисні пристрої реагують на температуру нагріву ізоляції обмоток електродвигуна і дозволяють захищати двигун від багатьох складних типів перевантажень (збільшення механічних втрат, тривалих невеликих перевантажень і інше). При досягненні небезпечної для обмотки температури захист відключає двигун незалежно від причин, що викликали перегрів. Однак цей вид захисту погано діє при великих поштовхових перевантаженнях, оскільки тепла інерція ізоляції обмоток статора, через яку тепло передається від обмотки чутливому елементу пристрою, призводить до спізнення спрацювання захисту. В наслідок цього, наприклад, температурний захист неефективний при загальмованому роторі електродвигуна, що є його суттєвим недоліком [2]. Тому доцільно розробити комбінований захисний пристрій, яким будуть контролюватися два діагностичні параметри: сила струму і температура ізоляції обмоток. Схема пристрою наведена на рисунку 1.

Пристрій має наступні блоки: первинні вимірювальні перетворювачі фазних струмів у напругу (~/-); згладжуючі фільтри; операційні підсилювачі на основі компараторів; логічні елементи «АБО» і «НІ»; світлова сигналізація при перевищенні фазного струму і температури обмотки допустимого значення; підсилюючі елементи; звукова сигналізація при перевищенні фазного струму і температури обмотки допустимого значення; елемент затримки часу включення діагностуючого пристрою; виконавчий орган; стабілізоване джерело напруги; котушка проміжного реле.

В якості первинного вимірювального перетворювача фазного струму у напругу використаний датчики Холла (~/-), це три мікросхеми DA4-DA6, кожна з яких вимірюють

змінний синусоїдний фазний струм і перетворюють сигнал на виході мікросхеми у постійну напругу, пропорційну фазному струму.

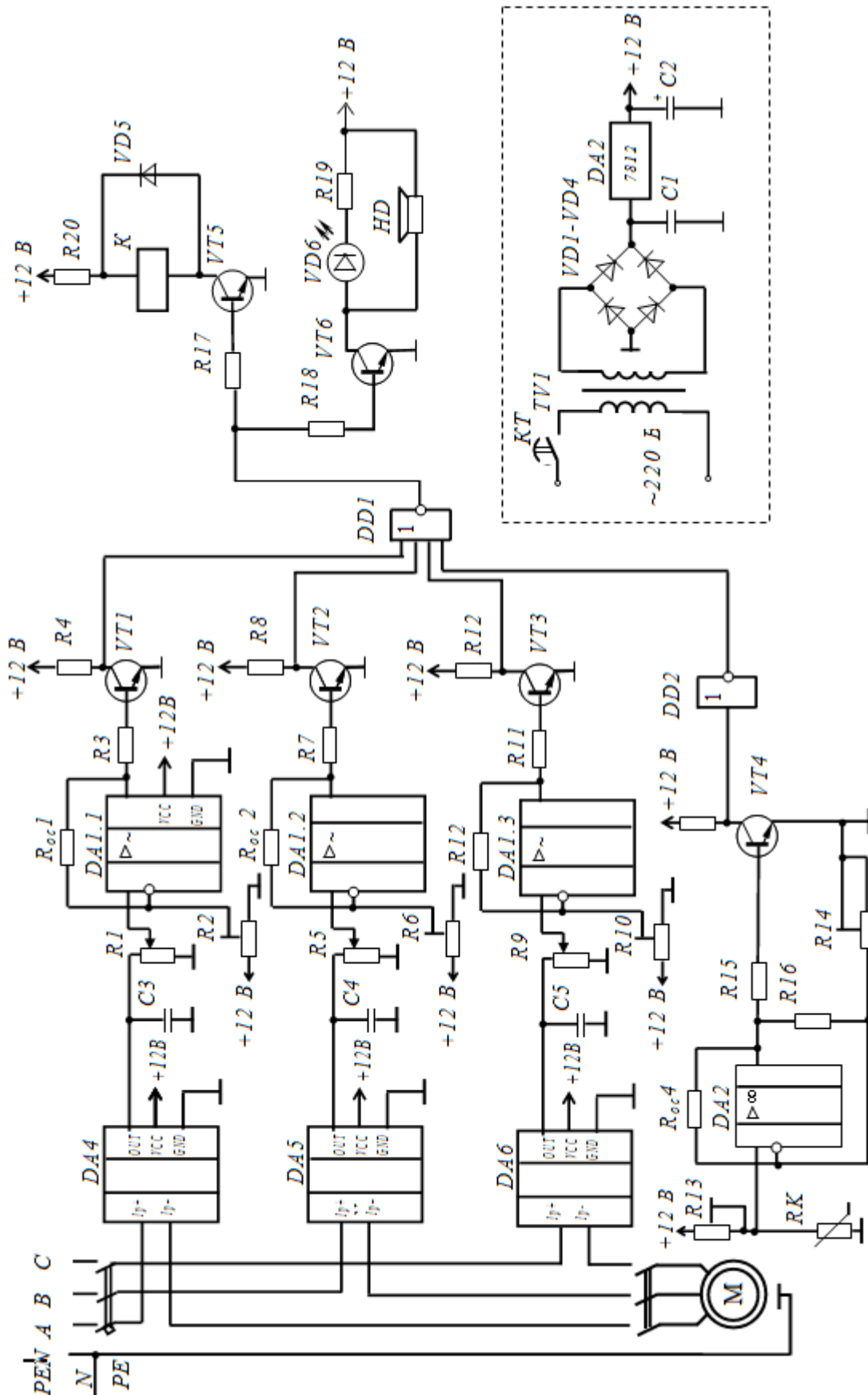


Рисунок 1 – Принципова схема комбінованого захисту асинхронного двигуна

В якості первинних перетворювачів температури застосовані три послідовно з'єднані терморезистори RK, які вложені в лобових частинах обмоток статора двигуна. Згладжуючими фільтрами є конденсатори C3, C4 і C6, які служать фільтрами для вищих гармонік напруги. Для обмеження величини сигналу напруги, подаваного на електронні операційні підсилювачі, використані потенціометри R1, R5, R9. Для задання граничного значення контрольованого фазного струму служать потенціометри R2, R6, R10, підключені до інвертованих входів DA1.1-DA1.3. Світлова сигналізація аварійного відключення асинхронного двигуна виконана на світлодіоді VD9. Стабілізоване джерело постійної напруги для живлення операційних підсилювачів DA1.1-DA1.4 і створення опорної напруги на них, виконано на базі знижуючого трансформатора напруги, діодного мосту VD1-VD4, мікросхеми двох біполярних транзистора VT1, VT2 і випрямляючих діодних мостів і VD5-VD8, які видають напругу +15 В і -15 В.

Транзистори VT3- VT5 виконують функцію ключа, для подачі сигналу на входи логічного елемента DD1 «АБО». Якщо присутній сигнал хоча б на одному вході логічного елемента DD1 «АБО», наприклад при перевищенні фазного струму граничного значення у обмотках асинхронного електродвигуна, з'являється сигнал на виході логічного елемента DD1. Транзистори VT5, VT6 відкриваються і подається напруга на світлодіод VD6 і звукову сигналізацію HD, а також на котушку проміжного реле К, яке своїми розмикаючими контактами в колі котушки магнітного пускача асинхронного двигуна відімкне його від мережі напруги. При збільшенні значення фазного струму в результаті експлуатаційного режиму хоча б в одній обмотці, збільшується величина напруги на виході датчику Холла (DA4-DA6). Якщо величина вимірної напруги досягає граничного значення, заданого резисторами-датчиками R2, R6, R10, на виході операційного підсилювача (DA1.1-DA1.3) з'являється напруга, яка відчиняє транзистори VT5, VT6. Через які подається напруга на світлодіод VD6, звукову сигналізацію HD і котушку проміжного реле К, яке своїми розмикаючими контактами в колі котушки магнітного пускача асинхронного двигуна відімкне його від мережі напруги.

При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну асинхронного двигуна в наслідок ускладнень технологічного процесу, збільшується температура фазної обмотки і величина опору позистора RK, тому підвищується падіння напруги на ньому. При досягненні на неінвертованому вході операційного підсилювача DA1.4 напруги спрацювання тригера, транзистора VT4 відкривається і на вході логічного елемента «НІ» з'являється рівень логічного нуля, тому на вході DD2 – рівень логічної «1» і подається сигнал на логічний елемент DD1 «АБО». На виході якого з'являється сигнал. Транзистори VT5, VT6 відкриваються, спрацьовує світлова, звукова сигналізація і котушка проміжного реле.

Для запобігання хибних спрацювань захисного пристрою під час пуску асинхронного двигуна, передбачений нормально розімкнутий контакт реле часу КТ, включений в колі стабілізованого джерела живлення, який замикається с деякою затримкою в часі при підключенні стабілізованого джерела живлення до напруги. Величина затримки в часі залежить від умов пуску асинхронного двигуна.

**Висновки.** Комбінований захисний пристрій дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна і збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

#### **Перелік посилань:**

1. Кондратюк О.Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты./ О.Ю. Кондратюк, Егоров А.Б. //Системы обработки информации. – 2006. – Вип. 4(53). – С.79-86.
2. 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.

УДК 621.315.665

## МЕТОД І ПРИЛАД ДЛЯ ОЦІНКИ КОРОЗІЇ АНКЕРНИХ КРІПЛЕНЬ ОПОР ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ

Сімонцев В.О., 4 курс

e-mail: v.simonthev@yandex.ru

Лисенко О.В., к.т.н., доцент

e-mail: helga\_vl@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

*В роботі досліджений метод оцінки корозії анкерних кріплень опор високовольтних ліній і їх апаратна реалізація*

**Постановка проблеми.** Бурхливий розвиток електроенергетики, який почався півстоліття тому, привів до появи опор з відтяжками на всіх лініях високої напруги. Підземні кріплення відтяжок представляють анкерне сполучення U-подібного болта і напівкруглої петлі, привареним до сталеві арматури залізобетонної плити.

Незважаючи на те, що нормативний термін служби підземних кріплень, як і опори в цілому, визначений у 50 років, на деяких лініях вже через 18-30 років спостерігаються «висмикування» U-подібних болтів, що призводять у багатьох випадках до падіння самої опори. В результаті відбувається порушення енергопостачання, і виникає необхідність позапланових ремонтних робіт. Ці вельми неприємні для експлуатації явища притаманні, як показує статистика, таким країнам, як Росія, США, Мексика, Фінляндія. Причиною аварій, як було встановлено, є корозійні пошкодження анкерних кріплень відтяжок на опорах високовольтних ліній (220...500 кВ).

**Аналіз останніх досліджень.** В даний час застосовують способи непрямих оцінок стану вузла кріплення відтяжок електричних опор. Візуальна перевірка натягу тросів кріплення і різні способи дослідження поверхні ґрунту навколо опори не зачіпаючи глибинних шарів, де знаходиться обстежуваний анкерний вузол. При проектуванні ліній виробляються вертикальні зондування з визначенням питомого опору ґрунту на різній глибині. Однак прямої залежності між корозією металу і властивості ґрунтового середовища поки не встановлено. Невирішеною залишається проблема впливу на процес корозії заводських дефектів і різних порушень в ході будівництва.

Розкриття анкерних кріплень в Північнокавказькому регіоні показали, що причина «висмикування» U-подібного болта в корозійному пошкодженні анкерної петлі. При цьому в місці стиків петлі з болтом спостерігалися такі ж пошкодження як і на самому болті. Оскільки «хвости» U-подібного болта виходять на поверхню, можна підключити вимірювальний прилад, не роблячи відкопування.

**Мета роботи.** Визначення втрат перетину в нижній частині анкерного болта внаслідок заміщення металу продуктами корозії. В якості способу перевірок обраний метод електричного опору, який застосовувався в корозійній діагностиці трубопроводів з нафтогазовими продуктами.

**Основні матеріали дослідження.** Вимірювання на постійному струмі опору датчиків, поміщених в агресивне середовище, має серйозний недолік. При розмірах перерізу провідного елемента в кілька см<sup>2</sup> електричний опір складе десяті частки Ома. Оскільки корозійний процес зачіпає не весь переріз провідника, а лише поверхневий шар, зміна опору в результаті корозії складе тисячні частки Ома. Корозійна діагностика датчиками електричного опору з допомогою високочутливих мостів дає змогу визначати швидкість корозії (тимчасової хід) при безперервному підключенні датчика до вимірювального приладу [1].

При визначенні ступеня корозії (глибини ураження), якщо вимірювати електричний опір навіть високочутливим приладом, потрібний результат не може бути досягнутий: контактне опір при підключенні вимірювального приладу до об'єкта перевищує соті частки Ом. Подолання цієї похибки для отримання прийняттого результату змушує звернутися до явища

скін-ефекту, яке складається з того, що електричний струм високої частоти розповсюджується не по всій глибині перерізу провідника, а зосереджений поблизу поверхні.

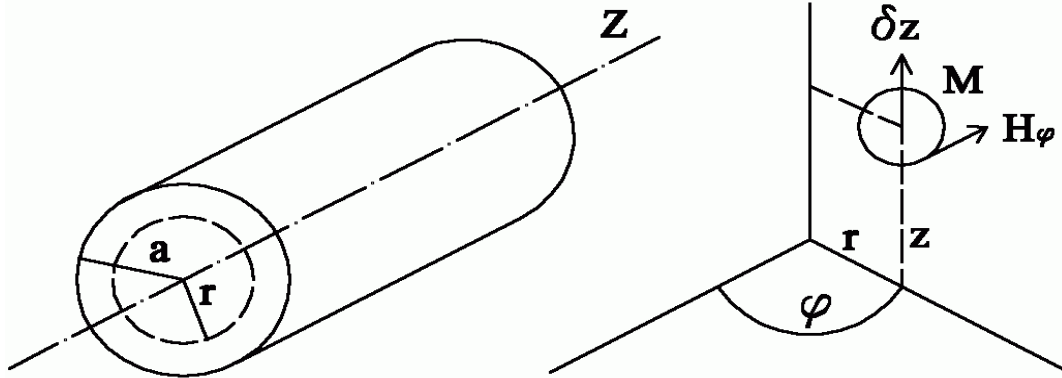


Рисунок 1. - Повздовжня компонента  $\delta z$  щільності струму і кутова компонента  $H_\varphi$  магнітної напруженості в циліндричних координатах  $(r, a, z)$  точки  $M$

Наведені твердження справедливі для провідників з полірованою поверхнею, однак подальша експериментальна перевірка показала, що нічого принципово не змінюється і у випадку, якщо поверхня провідника уражена корозією.

Мостовий Т-подібний високочастотних вимірювач опорів. При вимірюваннях електричного опору на частотах вище декількох кГц варто віддати перевагу Т-подібним мостовим схемам [3]. В цих пристроях джерело сигналу на вході та індикатор напруги на виході мають загальну точку, до якої може бути приєднаний один з полюсів вимірювального об'єкта. Одночасно весь вимірювальний ланцюг вміщується в металевий екран, який заземлюється разом з загальною точкою генератора, приймача і об'єкта вимірювання. В такому випадку «паразитні» ємнісні струми між вимірювальним ланцюгом і екраном шунтують вихід джерела і вхід індикатора, впливаючи лише на чутливість, яка залишається високою. Особливістю Т-подібних мостів є високу чутливість у вузьких межах параметрів схеми і робочих частот поблизу рівноваги моста (відсутність напруги на виході). Це виключає можливість плавного налагодження по частоті і створює необхідність застосування фіксованій легованої частоти вимірювання. З урахуванням глибини проникнення вимірювального струму в досліджуваний об'єкт (5...10 мм) вибрана частота 1,6 МГц. Схема моста містить генератор синусоїдальних коливань  $G$ , індикатор нуля (вольтметр)  $V$ , здвоєний конденсатор змінної ємності  $C$  і потенціометр  $R$  (рисунок. 2). Котушка індуктивності  $L$ , що має також і невеликий активний опір  $r$ , слугує для початкового балансу мостової схеми. Досліджуваний об'єкт (U-подібний болт) приєднується в точках  $m - n$  послідовно з елементами моста  $L$  і  $r$ . В силу малого активного опору котушки активний опір гілки ланцюга практично повністю визначається опором U-подібного болта. Теж можна сказати і про індуктивності гілки – індуктивність болта буде дуже мала порівняно з індуктивністю котушки і, в основному, буде визначатися останньою.

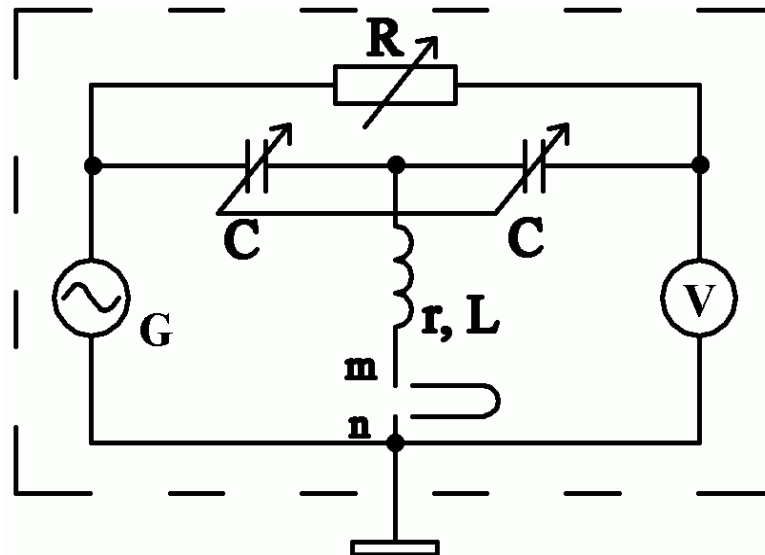


Рисунок 2. – Електрична схема високочастотного корозиметра

Продукти корозії, що покривають болт, мають порівняно низьку провідність, тому струмами витоку по землі можна знехтувати в силу своєї незначності. При градуванні приладу вимірювальні затискачі (точки m–n) перемикаються мідною пластиною («нульову» опору), а вся шкала опорів містить реперні точки 1, 2, 3, 4, 5 Ом, які відповідають номіналам прецизійних резисторів. Нижче показано, що даний діапазон опорів може інтерпретуватися як відсутність внаслідок корозії, слабка або сильна корозія. Живлення приладу здійснюється вбудованими акумуляторами, а загальна вага (близько 5 кг) допускається ручне перенесення від опори до опори [4].

**Висновки.** Корозійне пошкодження підземних кріплень відтяжок високовольтних опор стосується обох елементів анкерного вузла: як петлі, так і анкерний болта. U-подібний болт доступний для корозійного обстеження з поверхні землі, без виконання відкопування.

При оцінці ступеня корозії нижньої частини анкерного болта рекомендований метод електричного опору. Для підвищення чутливості використано явище поверхневого ефекту. Розроблений і застосований досвідчений зразок T-подібного моста на частоту 1,6 МГц.

#### Список літератури.

1. Коррозия и защита химической аппаратуры. Справочное руководство. Т. 1. – Л.: Химия, 1969. – 482 с.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. – М.: Высшая школа, 1978. – 518 с.
3. А.с. 796742 СССР. Высокочастотный коррозиметр / Ф.Э. Герценштейн, М.С. Микитинский, В.А. Петров. Опубл. 1981.
4. Высокочастотный коррозиметр. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. – Новосибирск: Сибирская Ассоциация Энергетиков, 1995. – 16 с.



УДК 621.316.9

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Мамонтов Р.В., 2с курс

e-mail: romanmamontov8@gmail.com

Попрядухін В.С., к.т.н., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Проаналізовано дослідження з характеру пошкоджень двигунів змінного струму. Акцентовано увагу на аналізі сингулярного спектру. Пропонований метод дозволить здійснювати моделювання електричного навантаження електродвигуна без його демонтажу і виведення з експлуатації*

**Постановка проблеми.** Ефективність виробництва у більшості випадків визначається довгою тривалістю і надійною роботою електрообладнання, при цьому важливу роль відіграють електричні двигуни. Статистика за останні 7 років свідчить про те, що несподіваний вихід електродвигуна з ладу став причиною переважної більшості аварійних ситуацій. Вихід електродвигунів з ладу завдає великої шкоди і може привести до зупинки виробництва. У підсумку, підприємству завдається шкода пов'язана як з ремонтом і заміною електродвигуна, так і з браком і недовипуском продукції.

**Аналіз останніх досліджень.** На підставі численних досліджень характеру пошкоджень двигунів змінного струму, більшість виходів електродвигуна з ладу пов'язано з замиканням в результаті зволоження електродвигуна або обриву фази - близько 50% від загальних виходів з ладу. Що пов'язано з такими факторами, як:

- низький коефіцієнт використання;
- якість електроенергії;
- умова експлуатації.

Низький коефіцієнт використання в свою чергу тісно пов'язаний з нерівномірним розподілом електричного навантаження в часі.

**Мета.** Варто відмітити що, експлуатація електродвигуна, що знаходиться в незадовільному технічному стані, призводить до прямих фінансових втрат і значних непрямих витрат електроенергії, які обумовлені підвищеним електроспоживанням.

Таким чином, щоб знизити час простою виробництва і для підтримки належної працездатності електродвигуна потрібно проводити діагностування та профілактику обладнання. В даний час існують різні методи діагностики стану електродвигунів.

**Основні матеріали дослідження.** Методи технічної діагностики дозволяють: підвищити, ремонтпридатність і довговічність обладнання, безвідмовність попереджати аварії, прогнозувати залишковий ресурс і значно збільшити надійність і економічність енергетичних установок. Впровадження в експлуатацію засобів і методів діагностування забезпечується скорочення трудомісткості і часу ремонту обладнання на 30-40% і збільшення коефіцієнта технічного використання обладнання на 10-12%

Наприклад, визначення технічного стану (діагностики) електродвигуна, при якому реєструють і аналізують сигнал, що породжується вібрацією електродвигуна, при цьому також реєструють сигнал від змінної складової суми фазних струмів живлення, аналізують форму і амплітуду отриманого сигналу і, порівнюючи зі значеннями попередніх вимірювань, роблять висновок про можливості подальшої експлуатації.

Недоліками даного способу є можливість застосування лише для окремих типів ушкоджень електродвигуна, пов'язаних з виникненням несиметрії опорів обмоток статора, і непридатність до інших типів ушкоджень, наприклад, до пошкоджень обмоток ротора.

Відомий також спосіб діагностики електродвигунів змінного струму і пов'язаних з ними механічних пристроїв, заснований на аналізі споживаного двигуном струму. Сутність цього способу полягає в тому, що протягом заданого проміжку часу роблять запис значень

фазного струму, споживаного електродвигуном, за допомогою датчика з лінійної амплітудно-частотної характеристикою, виділяють аналізовані характерні частоти за допомогою фільтра низьких частот, перетворюють отриманий сигнал з аналогової в цифрову форму, а потім проводять спектральний аналіз отриманого сигналу і порівнюють значення амплітуд на характерних частотах з рівнем сигналу на частоті живильної мережі.

Недоліком даного способу є те, що він не враховує вплив на спектр споживаного струму характеру навантаження електродвигуна і не враховує можливу електромагнітну несиметрію діагностування двигуна. Крім того, даний спосіб діагностики орієнтований тільки на електродвигуни змінного струму.

З усього перерахованого вище впливає, що дані методи діагностики електродвигунів – трудомісткі, економічно недоцільні, не дозволяють здійснювати діагностику без порушення технологічного процесу.

Отже, варто звернути увагу на більш вигідний, як в економічному плані, так і по трудовитратах метод, що дозволяє провести діагностику подальшої роботи електродвигуни. Для вирішення поставленого завдання був обраний метод математичного моделювання.

Оскільки причини, що зумовлюють розвиток поступових відмов, є випадковими величинами, то електричне навантаження буде мати випадковий характер і можливість повторюваності в часі. Тому в якості методу моделювання був обраний метод аналізу сингулярного спектру. Його переваги наступні: не вимагає порушення режиму роботи електродвигуна і підприємства в цілому, дозволяє досить точно прогнозувати роботу двигуна на довготривалий період (залежить від кількості, наявних даних), метод можливо використовувати з мінімальними грошовими вкладеннями.

Метод аналізу сингулярного спектру дозволяє створити, програмне забезпечення, інтерфейс якого досить наочний і простий у використанні. Основна ідея аналізу сингулярного спектру полягає в поданні про послідовні вигляді послідовності векторів досить великої розмірності з подальшим аналізом лінійної структури їх сукупності як реалізації багатовимірної випадкової величини за допомогою методу головних компонентів.

**Висновок.** З вищевикладеного матеріалу, глядячи на те, що розвиток комп'ютерної техніки дозволяє впроваджувати сучасні технології в промисловості країни. Виходячи з цього, пропонується нами метод дозволить здійснювати моделювання електричного навантаження електродвигуна без його демонтажу і виведення з експлуатації.

УДК 636:621.313

## НЕПРЯМИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА НАВАНТАЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

Величко І.А., 5 курс

E-mail: [velichko@gmail.com](mailto:velichko@gmail.com)

Чумак Д.А., 4 курс

E-mail: [chumak@gmail.com](mailto:chumak@gmail.com)

Лисиченко М.Л., д.т.н., проф.

Гузенко В.В., асистент

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

*Досліджений непрямий метод визначення коефіцієнта навантаження асинхронного двигуна в умовах АПК.*

**Постановка проблеми.** Спрощення визначення потужності АД в умовах експлуатації у сільськогосподарському виробництві з метою раціонального використання ним електричної енергії.

**Аналіз останніх досліджень.** Найбільш поширений метод визначення потужності в умовах експлуатації у сільськогосподарському виробництві заснований на визначенні струму АД, або потужності яку споживає АД з мережі [1]. Цей метод має недоліки і має невелику точність при визначенні ступеня завантаження АД. Роботи по визначенню ступеня завантаження АД в умовах експлуатації у сільськогосподарському виробництві проводились на кафедрі «Автоматизованих електромеханічних систем» ХНТУСГ.

**Мета статті.** Спростити та підвищити точність визначення ступеня завантаження АД в умовах експлуатації у сільськогосподарському виробництві на основі використання параметра АД – ковзання. Для досягнення мети необхідно:

- провести експериментальне визначення залежності основних параметрів АД (струму –  $I$ , корисного моменту –  $M_2$ , ті потужності –  $P_2$ , ККД –  $\eta$ , а також коефіцієнта потужності  $\cos\phi$ ) від ковзання –  $s$ ;

- на основі експериментальних даних виявити залежність ступеня завантаження АД від ковзання.

**Основні матеріали дослідження.** Оптимальний вибір потужності для приводу робочих машин та механізмів сільськогосподарського призначення повинен відповідати таким умовам: надійність в роботі; збереження робочого стану в різних умовах навколишнього середовища; економічність в експлуатації.

Часто для підвищення надійності в роботі асинхронних двигунів використовуються з підвищеною потужністю. Установка асинхронних двигунів великої потужності, як що це необхідно по умовам роботи виконавчих машин і механізмів викликає збільшення втрат енергії при роботі асинхронних двигунів, зниження коефіцієнта потужності, тобто електричні мережі навантажуються реактивними струмами, що знижує пропускну здатність мережі активної потужності, збільшення маси та габаритів асинхронних двигунів, а відповідно і їх вартості.

Установка асинхронних двигунів меншої потужності призведе до зниження продуктивності робочих машин і механізмів та їх робота буде не надійною. При цьому сам електродвигун в подібних умовах може бути пошкоджений.

Асинхронний двигун необхідно вибирати так, щоб його потужність використовувалась по можливості повністю. Під час роботи асинхронний двигун не повинен нагріватися до гранично допустимої температури, в крайнім випадку гранично допустима температура повинна досягати дуже короткий час.

Крім того, АД повинен нормально працювати при можливих короткочасних перевантаженнях і розвивати пусковий момент на валу, який необхідний для нормального функціонування виконавчого органу механізму або робочої машини.

У відповідності з цим потужність асинхронних електродвигунів вибирається в більшості випадків по умовам нагрівання до гранично допустимої температури. Проводиться вибір потужності по нагріву. Потім проводиться перевірка відповідності перевантажувальної здатності асинхронних електродвигунів по умовам пуску виконавчих машин і механізмів та тимчасовим перевантаженням.

Вибір потужності для приводу виконавчих машин і робочих механізмів з тривалим режимом роботи при сталому, або незначній зміні навантаження на валу (вентиляторів, насосів, транспортерів для роздачі кормів і збирання яєць на птахофермах) є відносно простим. В цьому випадку потужність асинхронних електродвигунів повинна дорівнювати потужності навантаження, а перевірка на перегрів і перевантаження під час роботи цих електродвигунів не потрібна.

Потужність тривалого навантаження визначається на основі перевірених практикою теоретичних розрахунків. В інженерних розрахунках для визначення потужності асинхронних електродвигунів при тривалій роботі використовують одержані експериментальним шляхом формули, перевірені довгочасною практикою.

На рис.1. показані основні характеристики асинхронного електродвигуна АИРП80А6У3, який використовується на птахофермах виробництва заводу ХЕЛЗ по даним досліджень АО «СКБ Укрелектромонтаж». Даний електродвигун повинен працювати при номінальній потужності з номінальним ковзанням  $s_n$ , при цьому його основні параметри повинні відповідати паспортним даним:

$s_n = 9,4\%$ ;  $P_n = 0,37 \text{ кВт}$ ;  $\eta_n = 67,3\%$ ;  $\cos\varphi_n = 0,836$ ; а енергетичний ККД  $\eta_{ен} = \eta_n \cdot \cos\varphi_n = 0,673 \cdot 0,836 = 0,563$ .

При роботі даного електродвигуна з навантаженням нижче номінального значення його ковзання буде відповідно менше номінальної величини  $s_1 = 7,5\%$ . При цьому  $P_2 = 0,8 P_n = 0,8 \cdot 0,37 = 0,296 \text{ кВт}$ . ККД асинхронного електродвигуна при цьому декілька зросте  $\eta_1 = 69\%$ , а коефіцієнт потужності знизиться  $\cos\varphi_1 = 0,725$ , а відповідно знизиться і енергетичний ККД  $\eta_{ен} = \eta_1 \cdot \cos\varphi_1 = 0,69 \cdot 0,725 = 0,5$ .

Таким чином при більш детальному підборі по потужності асинхронних електродвигунів приведе до зниження втрат енергії, збільшення енергетичного ККД, тобто до економії енергії. Авторами пропонується в умовах виробництва визначати чи відповідає потужність електродвигуна потужності виконавчому механізму або робочій машині за допомогою розроблених в лабораторії електричних машин кафедри «Застосування електричної енергії у сільському господарстві» цифровим стробоскопічним вимірювачем ковзання який вимірює до сотих часток відсотків. По відхиленню реального значення ковзання від паспортного значення судять про ступінь завантаження асинхронного електродвигуна і якщо воно буде відповідати потужності меншій ступені встановлювати електродвигун меншої потужності.

Номінальне ковзання визначається по паспортним даним електродвигуна:

$$s_n = \frac{n_1 - n_n}{n_1} \cdot 100\%, \quad [1]$$

Де 
$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p}, \text{ хв.}^{-1} \quad [2]$$

Синхронна частота обертання асинхронного електродвигуна;

$p$  - кількість пар полюсів асинхронного електродвигуна.

Потім вимірюється ковзання АД цифровим стробоскопічним вимірювачем ковзання. Відношення виміряного і номінального ковзання відповідає коефіцієнту навантаження

$$k_{не} = \frac{s}{s_n} = \frac{P}{P_n} = \frac{I}{I_n}; \quad [3]$$

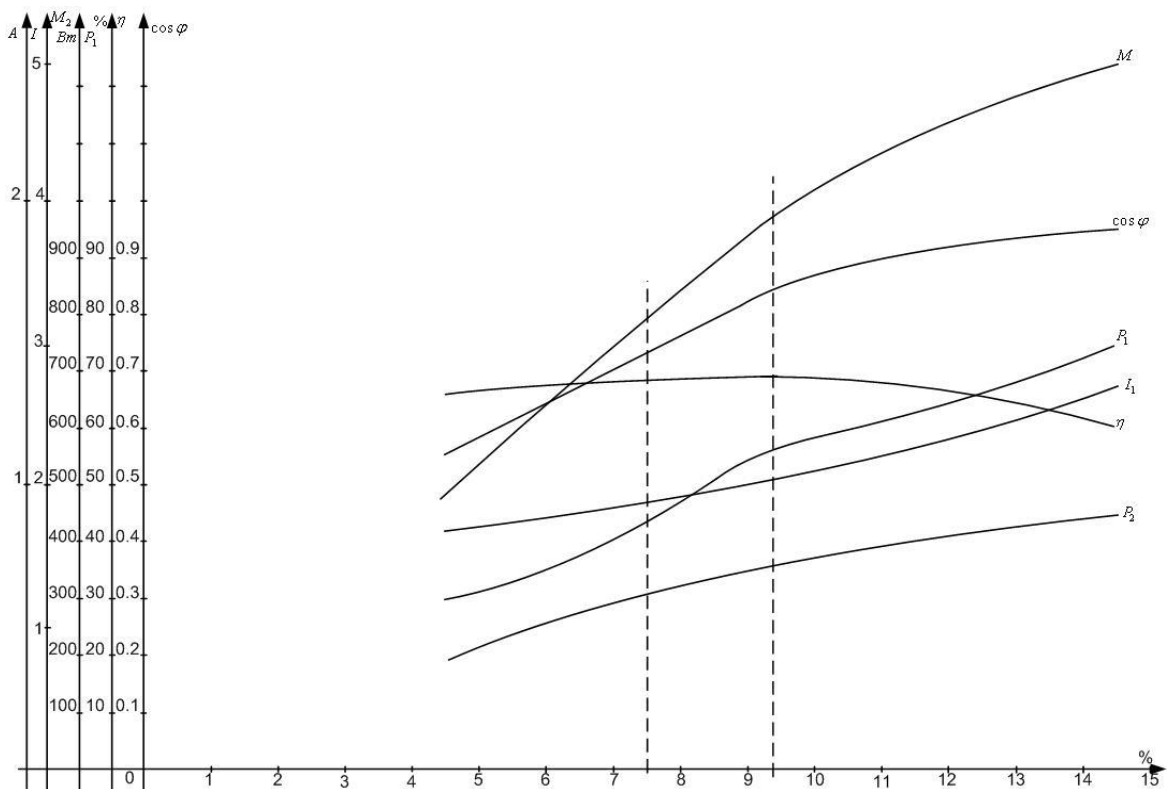


Рисунок 1. Основні енергетичні характеристики асинхронного електродвигуна типу АИРП80А6У3

Необхідна потужність для робочої машини або виконавчого механізму, що досліджується визначається як:

$$P = \kappa_{не} \cdot P_n, \quad [4]$$

Якщо ця потужність відповідає потужності меншої ступені, то необхідно замінити встановлений асинхронний електродвигун меншої потужності, що призведе до економії потужності, що споживається і відповідно економії електроенергії підприємства.

#### Висновок.

1. використання цифрового стробоскопічного вимірювача ковзання значно спрощує визначення коефіцієнта навантаження порівняно з виміром потужності, момента або струму асинхронного електродвигуна.

2. більш ретельний підбір по потужності асинхронних електродвигунів дозволяє значно знизити споживання електричної енергії із мережі, що значно зменшує витрати коштів підприємств на спожиту електроенергію

#### Список використаних джерел.

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. – 4-е изд., сокр и перераб.-Л.: Энергоатомиздат. Ленинград 1984.-408с.

2. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник /А.Э. Кравчик, М.М. Шлаф, В.И. Афонин, Е.А. Соболенская. –м.: Энергоиздат,1982.- 504с.

3. Вітренко М.М., Овчаренко В.О.,Сорокін М.С., Балахонов О.М. Савченко П.І. використання параметра ковзання для діагностування технічного стану асинхронного двигуна і визначення його динамічної стійкості. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Вип.39,-Мелітополь: ТДАТА, 2006.-с.166-170.

4. Яковлев В.А. Балахонов А.М. Диагностирование нагрузочной способности асинхронных двигателей. Всесоюзный совет научно технических обществ. Харьковское областное правление ВСНТО энергетиков и электриков.- Харьков, 1990. – 40с.

УДК 621.3

## ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Шарапов О.С., 11 МБЕЕ

e-mail: sharapov.sasha.18@gmail.com

Адамова С.В., асистент

e-mail: adamova\_sv@ukr.net

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті детально розглядаються переваги застосування тепловізійної діагностики електрообладнання*

Постановка проблеми: Проблема контролю стану трансформаторів виникла відразу, як тільки з'явилися закриті масляні трансформатори. Для того, щоб оглянути будь-який внутрішній вузол, необхідно було провести відключення, злити масло, виконати ревізію і потім знову залити масло. І все це слід виконувати з дотриманням численних правил, інакше перед включенням буде потрібна осушка трансформатора.

Аналіз останніх досліджень: Під діагностикою розуміється система заходів, що проводяться за допомогою різних технічних засобів для перевірки і оцінки стану трансформаторів. Використовуються прості візуальні, механічні, фізичні, хімічні і інші способи контролю стану, а також їх комбінації [1].

**Мета статті:** детально розглянути та виявити переваги застосування тепловізійного контролю обстеження та їх ефективності.

**Основні матеріали дослідження.** Останнім часом стає актуальним проведення комплексного дослідження трансформатора з метою оцінювання його технічного стану, при плануванні строків ремонту, можливості подальшої експлуатації.

Принципи тепловізійної діагностики. Застосування тепловізійної діагностики засноване на тому, що деякі види дефектів високовольтного устаткування викликають зміну температури дефектних елементів і, як наслідок, зміну інтенсивності інфрачервоного (ГИК) випромінювання, яке може бути зареєстроване тепловізійними приладами. Важливо, щоб вимірювалося власне випромінювання обстежуваного об'єкту, яке пов'язане з наявністю і ступенем розвитку дефекту.

Цей вид діагностики відносно не новий, хоч масове виробництво приладів тепловізійного контролю – тепловізорів - розвинулось досить недавно. Принцип роботи тепловізора оснований на здатності вловлювати інфрачервоне випромінювання від досліджуваних об'єктів і визначати температуру або перетворювати його у візуальну картину розподілення теплових полів на поверхні об'єктів. Отримана картина називається термограмою й може бути подана як кольоровою, так і чорно-білою, або інвертованою.

Тепловізійна діагностика дозволила вирішувати такі завдання [2]:

а) масове обстеження величезного об'єму електроустаткування однією бригадою з трьох чоловік з однією тепловізійною камерою за період підготовки енергетичних об'єктів до осінньо-зимового максимуму (ОЗМ);

б) виявлення значної кількості апаратів, що знаходяться в перед аварійному стані (дефектні контактні з'єднання, ТТ, конденсатори зв'язку, вентиляльні розрядники і ОПН);

в) виявлення таких дефектів, які не можуть бути виявлені ніякими іншими методами, наприклад, місцевий перегрів конструктивних елементів баків силових трансформаторів, нагрів сполучних болтів в підтримуючих металевих конструкціях шинопроводів або перевантаження окремих елементів вентиляльних розрядників 110 кВ і вище.

На рис. 1 представлена узагальнена функціональна схема тепловізора з фокальною ПЧ матрицею.

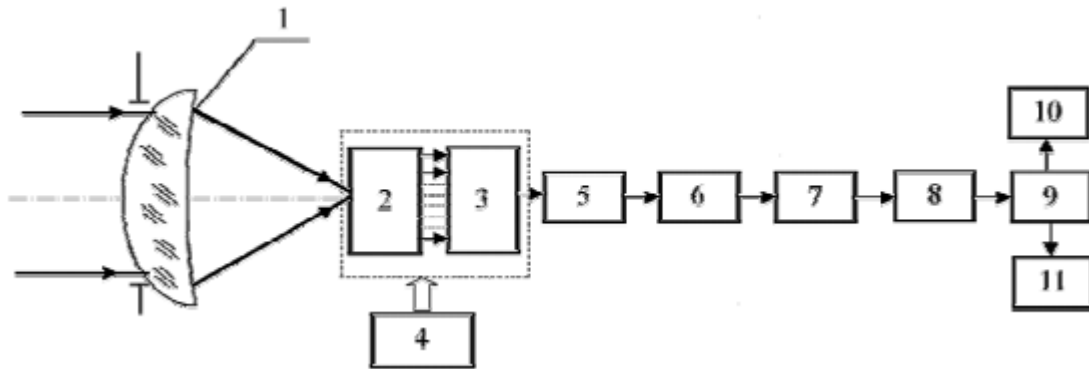


Рисунок 1 - Узагальнена функціональна схема тепловізора з фокальною матрицею: 1 – оптична система; 2 – фокальна матриця з підсилювачами; 3 – мультиплексор; 4 – система охолодження; 5 – коректор неоднорідності характеристик чутливих елементів; 6 – аналого-цифровий перетворювач; 7 – цифровий коректор неоднорідності; 8 – коректор непрацюючих осередків; 9 – формувач зображення; 10 – дисплей; 11 – цифровий вихід.

Перевагами тепловізійної діагностики електроустаткування в порівнянні з іншими методами не руйнуючого контролю є:

- обстеження об'єктів в процесі експлуатації без зняття напруги;
- можливість класифікації дефектів по ступеню їх небезпеки;
- можливість об'єктивного документування виявлених дефектів.

Основними технічними вимогами до параметрів цих засобів є:

- спектральний діапазон - 2,5-5,0 або 8,0-14,0 мкм;
- погрішність вимірювання температури -  $\pm 2,00^{\circ}\text{C}$ ;
- чутливість -  $0,20^{\circ}\text{C}$ ;
- діапазон вимірюваних температур :  $-120^{\circ}\text{C} +150^{\circ}\text{C}$ ;
- формат зображення - не меншого 320x240 елементів для тепловізорів і не меншого 100 елементів для сканерів;
- кількість зображень, що зберігаються, - не меншого 30;
- температурні умови роботи :  $-15^{\circ}\text{C} +50^{\circ}\text{C}$ .

Області застосування тепловізорів: енергетика і енергоаудит, машинобудування, будівництво, нафтова і хімічна промисловість, транспорт і т.д. За допомогою тепловізора можна оперативно визначити передумови виникнення і наявність дефектів у нафто- і газопроводах, у теплотрасах, водопроводах і електричних з'єднаннях. Своєчасне виявлення за допомогою тепловізора температурних аномалій, що відбивають невидимі небезпечні процеси навколо нас, дозволить вжити заходів для усунення причин можливих аварій.

Тепловізійна техніка стає необхідним компонентом комплексу систем безпеки і доцільно активно застосовується як високоефективний засіб ведення спостереження[3].

**Висновок:** Тепловізійний метод має цілий ряд незаперечних переваг (дистанційність, наочність, об'єктивність, висока продуктивність, оперативність і т.п.) в порівнянні з традиційними методами діагностики електроустаткування, щоробить його незамінним при обстеженні великої групи різномірних об'єктів електроустаткування. Також тепловізійне обстеження трансформаторів проводиться в процесі його експлуатації без відключення навантаження, тому при періодичному обстеженні є можливість оперативно виявляти дефекти на ранній стадії їх розвитку.

#### Список використаних джерел.

1. Проблеми контролю стану трансформаторів. - Режим доступу: <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/257B53F9-1A12-4A8A-9952-920E23CC1ED9.pdf>
2. Діагностика трансформаторного обладнання. - Режим доступу: <http://ua-referat.com/>
3. Тепловізори як сучасні інтегровані технічні засоби охорони державного кордону. - Режим доступу: <http://eprints.kname.edu.ua/25007/1/43-49.pdf>

УДК 621.313.13

## РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

**Ковальов М.В.** магістрант

**e-mail: stones@ukr.net**

**Курашкін С.Ф.,** к.т.н., доцент,

**Попова І.О.,** к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В роботі наведена принципова електрична схема пристрою, який виконує контроль, діагностування і захист асинхронних електродвигунів від несиметричного режиму і перевищення температури обмотки двигунів більше припустимого значення.*

**Постановка проблеми.** На ефективність використання робочих машин і механізмів в умовах сільськогосподарського виробництва суттєво впливає експлуатаційна надійність електропривода, головною частиною якого є асинхронний електродвигун.

Висока аварійність асинхронних електродвигунів обумовлює необхідність вдосконалення існуючих або розробки нових засобів діагностування і захисту від аварійних режимів роботи. Основними причинами, які суттєво впливають на термін експлуатації асинхронних електродвигунів, є незадовільна якість напруги мережі живлення, перевантаження з боку робочої машини та порушення експлуатаційних режимів. Найбільш несприятливими аварійними випадками з боку напруги мережі живлення є її неприпустиме зниження або підвищення, порушення симетрії (неповнофазність) та виникнення неправильного чередування фаз [1].

Робота в умовах несиметричного або неповнофазного режиму супроводжується зменшенням моменту обертання, підвищенням фазних струмів і, як наслідок, перегрівом фазної ізоляції обмоток статора і підвищеною витратою ресурсу її ізоляції. Перевантаження з боку робочої машини, а також несиметричний режим роботи ведуть до підвищення втрат теплової енергії в обмотках, додаткового нагріву ізоляції обмоток і прискореного теплового старіння. Розробка пристроїв діагностування та захисту асинхронних двигунів є актуальним питанням, яке спрямоване на підвищення їх експлуатаційної надійності і ресурсозбереження [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Існує велика кількість пристроїв, призначених для контролю величини напруги мережі і керування трифазними асинхронними двигунами шляхом відключення їх від електричної мережі у разі таких аварійних режимів, як: критичний перепад напруги; обрив фази і автоматичне повторне вмикання електродвигуна після повернення параметрів мережі в норму. Більшість пристроїв захисту не є універсальними та контролюють тільки силу фазного струму або перевищення (зниження) напруги, тощо. Це, у свою чергу, примушує до застосування декількох різних пристроїв захисту, що ускладнює схему, підвищує капіталовкладення, енергоспоживання, і, врешті зменшує надійність роботи.

Промисловістю випускаються комбіновані пристрої захисту. Наприклад, фазочутливий пристрій захисту ФУЗ-М (-У) призначений для захисту двигунів від неповнофазних режимів, в них відбувається контроль максимального струму, кута зсуву фаз споживаних струмів і температури магнітопроводу (корпусу) статора. Проте ФУЗ не завжди вимикає електродвигун у разі змінного характеру навантаження, або значного підвищенні температури зовнішнього середовища, порушенні в системі охолодження [1].

**Мета статті.** Завданням роботи є розробка реле контролю несиметричних режимів роботи і перевищення температури обмотки асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором більше припустимого значення із застосуванням сучасної елементної бази.

**Основні матеріали дослідження.** Виходячи з поставленого завдання була розроблена принципова електрична схема реле, яка зображена на рисунку 1. Реле забезпечує виконання наступних умов:

- контроль припустимої напруги на затискачах асинхронного електродвигуна;



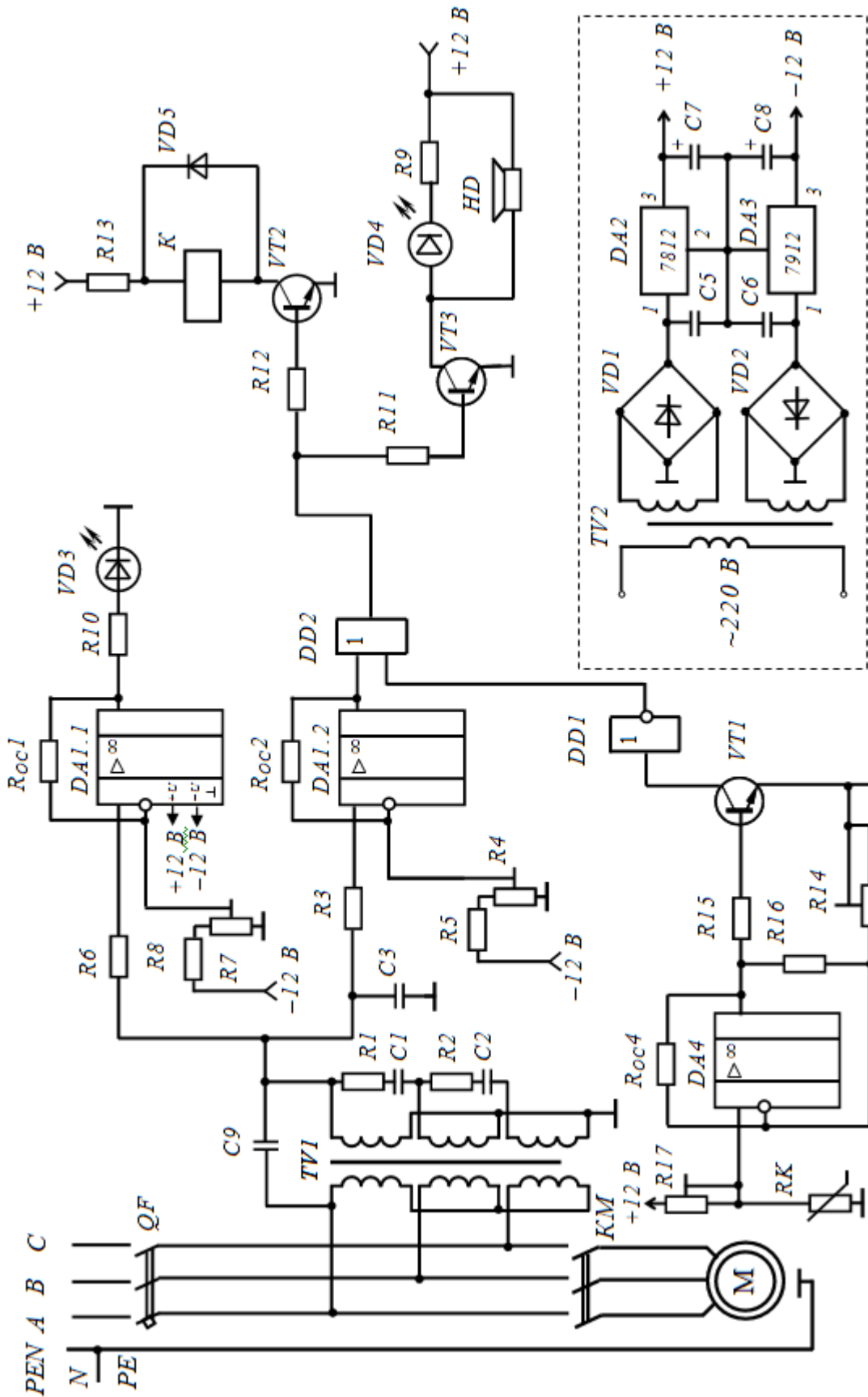


Рисунок 1 – Принципова схема реле контролю несиметрії напруги і температури асинхронного електродвигуна

- відключення електродвигуна при досягненні напруги зворотної послідовності більше 10% від номінальної лінійної напруги;
- включення світлової та звукової сигналізації при досягненні напруги зворотної послідовності більше 10% від номінальної лінійної напруги;
- відключення електродвигуна і світлову сигналізацію при досягненні гранично-припустимого значення температури обмотки статора, передбаченого для даного класу ізоляції.

Пристрій працює наступним чином. Напряга живлення асинхронного електродвигуна через знижувальний трансформатор TV1 подається на фільтр напруги зворотної послідовності, виконаний на резисторах R1, R2 і конденсаторах C1 і C2. З фільтру напряга подається на неінвертовані входи операційних підсилювачів DA1.1 і DA1.2. На інвертовані входи підсилювачів DA1.1 і DA1.2 подається опорна напряга від стабілізованого джерела живлення, яка за допомогою потенціометрів R7 і R4 може корегуватися. Величина опорної напруги на DA1.1 пропорційна напрузі зворотної послідовності при нормально припустимій несиметрії, яка складає 2% від напруги  $U_{л}$ , а на DA1.2 – пропорційна напрузі зворотної послідовності при досягненні несиметрії 10% від  $U_{л}$  (обрив фази). Операційний підсилювач працює таким чином: якщо напряга на неінвертованому ввіді дорівнює опорній напрузі, то на виводі його з'являється сигнал.

При симетричній напрузі живлення асинхронного електродвигуна відсутня напряга на неінвертованих входах DA1.1 і DA1.2, тому на виводах DA1.1 і DA1.2 присутній низький потенціал напруги (логічний «0»), тому на виводі логічного елементу «АБО» DD1 також має місце логічний «0» – через що транзистори VT2, VT3 зачинені, котушка реле K знеструмлена, а його контакти у колі живлення магнітного пускача KM замкнені, тому електродвигун працює у штатному режимі.

При несиметрії напруги живлення на виводі фільтра зворотної послідовності, а також на неінвертованих входах DA1.1 і DA1.2 з'являється сигнал. Якщо його величина перевищує припустиме значення несиметрії лінійних напруг ( $0,02U_{л}$ ), то на виводі DA1.1 з'являється сигнал високого рівня (логічна «1»), про що сигналізує світлодіод VD3. При обриві фази живлення електродвигуна (глибока несиметрія) на неінвертованому вході DA1.2 напряга зростає до рівня, пропорційного напрузі  $0,1U_{л}$ . На виводі DA1.2 з'являється напряга високого рівня, транзистори VT2, VT3 відкриваються, спрацьовує світлова індикація VD4 «Аварійний режим», звукова сигналізація HD і подається напряга на котушку реле K, контакт якого розмикається в колі живлення котушки пускача KM, силові контакти якого розмикаються і знімають напрягу з асинхронного електродвигуна M1.

В якості первинного перетворювача температури застосовуються три терморезистори (позистори) RK, з'єднані послідовно і укладені в лобових частинах фазних обмоток статора електродвигуна. При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну двигуна збільшується температура обмотки і опір позистора RK, через що тому підвищується падіння напруги на ньому. При досягненні на неінвертованому вході операційного підсилювача DA4 напруги спрацювання тригера Шмітта, транзистор VT5 відкривається і на виводах логічних елементів «НІ» DD1 і «АБО» DD2 з'являється логічна «1» – транзистори VT2, VT3 відкриваються, що також приводить до відключення електродвигуна M.

**Висновок.** Розроблене реле дозволяє контролювати і захищати асинхронний електродвигун від несиметричних режимів, перевищення температури обмотки двигунів більше припустимого значення, що дозволяє підвищити його експлуатаційну надійність та збільшити строк експлуатації.

#### Список використаних джерел.

1. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве / А.О.Грундулис. – М.: Агропромиздат, 1988. – 110 с.
2. Соркин М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы / М. Соркин // «Новости Электротехники», №2 (32), 2005.

УДК 621.316.23

## РОЗРОБКА ТЕМПЕРАТУРНО-СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ІНДУКЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

**Мінкін О.В., 31ЕН,**

**e-mail: aleksandr\_minkin@bigmir.net**

**Понятих М.О., 31ЕН,**

**Попова І.О., к.т.н., доцент**

**e-mail: irirnapopova54@gmail.com**

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена розробці структурної електричної схеми комбінованого захисного пристрою асинхронного електродвигуна від струмових і температурних перевантажень.*

**Постановка проблеми.** Сучасні стандарти більшості країн світу, включаючи і Україну, пред'являють все більш високі вимоги до безпечної експлуатації асинхронних електродвигунів. Для захисту індукційних електродвигунів, до яких відносяться асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором, використовують різноманітний релейний захист: тепловий, струмовий, температурний, фільтровий і комбінований. Високі показники надійності і довговічності АД можливі тільки за умови їх експлуатації при номінальних або близьких до них режимах, що можна забезпечити тільки установкою належного захисту. Багатолітній досвід експлуатації асинхронних електродвигунів показав, що більшість існуючих захистів не забезпечують безаварійну роботу асинхронних електродвигунів. Правильний вибір захисного пристрою – це важливий в забезпеченні надійної експлуатації асинхронних електродвигунів. А розробку захисту асинхронних електродвигунів необхідно проводити виходячи з особливостей режимів їх роботи, можливостей виникнення аварійних ситуацій і наслідків, які проявляються потім [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Пристрої захисту від аварійних режимів можна розділити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та інші.

Струмові захисні пристрої реагують на струм, що тече в обмотці статора захищеного електродвигуна. Недоліком струмових захистів є неоднакова чутливість к зміні перевантажень. Найбільшу чутливість вони мають у діапазоні великих перевантажень, пов'язаних з різким зростанням струму у обмотках статора асинхронного електродвигуна. А в діапазоні малих перевантажень чутливість їхня знижується, що є основним недоліком струмових захистів.

Температурні захисні пристрої реагують на температуру нагріву обмоток електродвигуна і дозволяють захищати двигун від багатьох складних типів перевантажень (збільшення механічних втрат, тривалих невеликих перевантажень і інше). При досягненні небезпечної для обмотки температури захист відключає двигун незалежно від причин, що викликали перегрів. Однак цей вид захисту погано діє при великих поштовхових перевантаженнях, оскільки тепла інерція ізоляції обмоток статора, через яку тепло передається від обмотки чутливому елементу пристрою, призводить до спізнання спрацювання захисту. В наслідок цього температурний захист неефективний при загальмованому роторі електродвигуна, що є його суттєвим недоліком [2,3].

Температурно-струмові захисні пристрої поєднують в собі позитивні якості температурних і струмових пристроїв і вільні від недоліків, властивих кожному з них окрема. Температурно-струмові захисні пристрої достатньо добре захищають асинхронні електродвигуни як при виникненні невеликих тривалих перевантаженнях, так і при короткочасних значних [4].

**Мета статті.** Розробити структурну схему комбінованого захисного пристрою, що зможе зберегти експлуатаційні властивості і ресурс електричної ізоляції асинхронних електродвигунів.

**Основні матеріали дослідження.** Аналізуючи аномальні режими роботи електродвигунів було вирішено розробити пристрій призначений для контролю, діагностування режимів роботи і захисту асинхронних електродвигунів лінії виробництва м'ясокісткового борошна від перевантаження за струмом електродвигунів і від перевищення температури обмотки двигунів більше допустимого значення в залежності від класу ізоляції асинхронних двигунів.

Пристрій призначений для контролю і діагностування експлуатаційних режимів роботи асинхронного двигуна від перевантаження за струмом і температурою. Він повинен забезпечувати виконання наступних умов:

- здійснювати контроль струмів в обмотках асинхронного електродвигуна;
- здійснювати контроль температури обмоток асинхронного електродвигуна;
- забезпечувати включення світлової сигналізації при перевищенні фазних струмів і температури статорних обмоток асинхронного двигуна більш допустимого значення;
- забезпечувати включення звукової сигналізації при перевищенні фазних струмів і температури обмоток асинхронного двигуна більш допустимого значення.
- забезпечувати відключення асинхронного електродвигуна при перевищенні фазних струмів і температури обмоток статора асинхронного двигуна більш допустимого значення;

Структурна схема температурно-струмового захисту статорних обмоток індукційного електродвигуна наведена на рисунку 1.

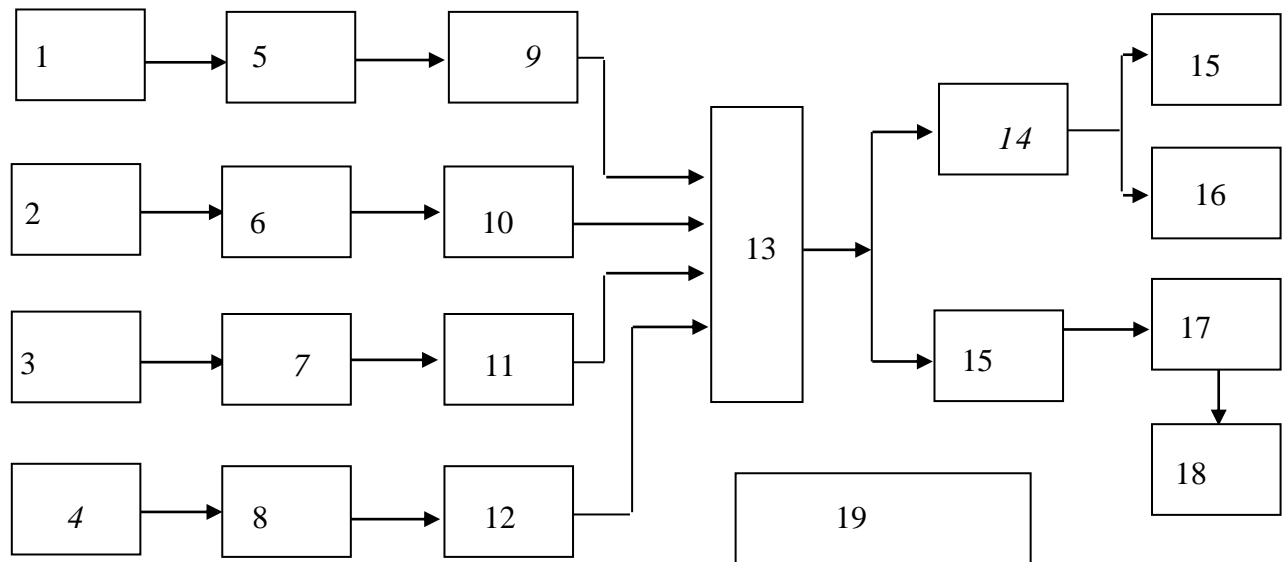


Рисунок 1 - Структурна схема температурно-струмового захисту індукційного електродвигуна

В структурній схемі прийняти наступні мовні позначення: 1...3 - первинні вимірювальні перетворювачі струму; 4 - первинний вимірювальний перетворювач температури; 5..7 - згладжуючі фільтри; 8 - тригер Шмітта, 9...11 - електронний операційний підсилювач; 14...15 - вузол підсилення сигналу; 12 - логічний елемент «НІ»; 13 - логічний елемент «АБО»; 15 - світлова сигналізація; 16 - звукова сигналізація; 17 - виконавчий орган; 18 - асинхронний двигун; 19 - стабілізоване джерело напруги.

Пристрій має наступні блоки: первинні вимірювальні перетворювачі фазних струмів у напругу (~/-); згладжуючі фільтри; електронний операційні підсилювачі; логічний елемент «АБО» і «НІ»; світлова сигналізація при перевищенні фазного струму допустимого значення і температури обмотки; підсилюючий пристрій; звукова сигналізація при перевищенні фазного струму і температури обмотки допустимого значення; пристрій затримки часу включення діагностуючого пристрою; гальванічна розв'язка електричних кіл; виконавчий орган; стабілізоване джерело напруги; котушка магнітного пускача.

В якості первинного вимірювального перетворювача фазного струму у напругу використані датчики Холла (~/-), це три мікросхеми, кожна з яких вимірюють змінний синусоїдний фазний струм і перетворюють сигнал на виході мікросхеми у постійну напругу, пропорційну фазному струму. Існуючі датчики Холла дозволяють включати їх без трансформатора струму.

В якості первинних перетворювачів температури застосовані три послідовно з'єднані терморезистори (позистори) з позитивним динамічним опором, які укладені в лобових частинах трьох обмоток статора асинхронного двигуна і мікросхема, виконуюча функцію ідеального джерела напруги.

Згладжуючими фільтрами є конденсатори. Для обмеження величини сигналу (напруги) з первинного вимірювального перетворювача фазного струму і первинних перетворювачів температури, що подаються на операційні підсилювачі використані потенціометри.

Стабілізоване джерело постійної напруги для живлення операційних підсилювачів створення опорної напруги на них, і мікросхем має знижуючий трансформатор напруги і випрямляючого діодного мосту, інтегрального лінійного стабілізатора напруги, які видає напругу +12 В і -12 В та конденсаторів, які служать фільтрами вищих гармонік.

У стабілізованому джерелі напруги захисного пристрою передбачено затримку часу спрацювання виконавчого органу для запобігання спрацювання захисту під час розбігу асинхронного електродвигуна. Це забезпечується за допомогою контакту реле часу, який з витримкою часу підключає знижуючий трансформатор стабілізованого джерела напруги до джерела живлення. Час затримки подачі напруги на стабілізоване джерело живлення залужить від умов запуску АД.

На виході логічного елементу «АБО» включені транзистори, які виконують функцію ключа для подачі сигналу в кола сигналізації і виконавчого органу. Якщо присутній сигнал хоча б на одному вході логічного елементу, наприклад при збільшенні температури ізоляції обмотки або при збільшенні струму від номінального значення у обмотці статора асинхронного електродвигуна, при перевантаженні з боку робочої машини, або несиметрії напруг мережі (неповнофазний режим), або відхилення напруги на електродвигуні, тоді з'являється сигнал на виході логічного елементу «АБО». Для сигналізації аварійного відключення асинхронного двигуна використана звукова і світлова сигналізація.

**Висновки.** Комбінований захист дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна за рахунок безперервного діагностування режиму його роботи, що дозволяють збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

Перелік посилань:

1. 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.
2. 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.
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. Ніфантьєв О.М. Система діагностики несправностей та моніторингу роботи групи асинхронних електродвигунів / О.М. Ніфантьєв, Д.М. Нестерчук // Зб. тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених, спеціалістів, аспірантів «Проблеми енергоресурсоз-береження в промисловому регіоні. Наука і практика». - Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2015. – С.133.

**СЕКЦІЯ 4.**  
**АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

УДК 631.171:65.011.56

## АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТІ

Муравйов С.М.,

e-mail:serg4189@gmail.com

Постнікова М.В., к.т.н., доцент

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

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Запропонована принципова електрична схема автоматизованого електроприводу  
технологічної лінії завантаження зерна на зернопункті*

**Постановка проблеми.** В забезпеченні збереження зібраного врожаю зерна і його доведення до товарної кондиції важливе місце належить матеріально-технічній базі післязбиральної обробки і збереження зерна і насіння. При обробці зерна на потокових лініях у випадку змінних параметрів зерна, яке надходить на обробку, необхідно регулювати подачу на вході завантажувальної норії. Так як вручну це зробити важко, необхідно застосовувати автоматичні схеми регулювання завантаження [1-3].

**Аналіз останніх досліджень.** Подача зерна на вході та на ділянках потокової лінії змінюється шибєрними засувками, витратомірами [1, 2]. Витратоміри можуть використовуватися як сигналізуючі, показуючі та регулюючі прилади. Система регулювання може включати в себе шибєр з електроприводом, датчик витрат, порівнювальний пристрій, задатчик.

**Мета статті.** Запропонувати принципову електричну схему автоматизованого електроприводу технологічної лінії завантаження зерна на зернопункті.

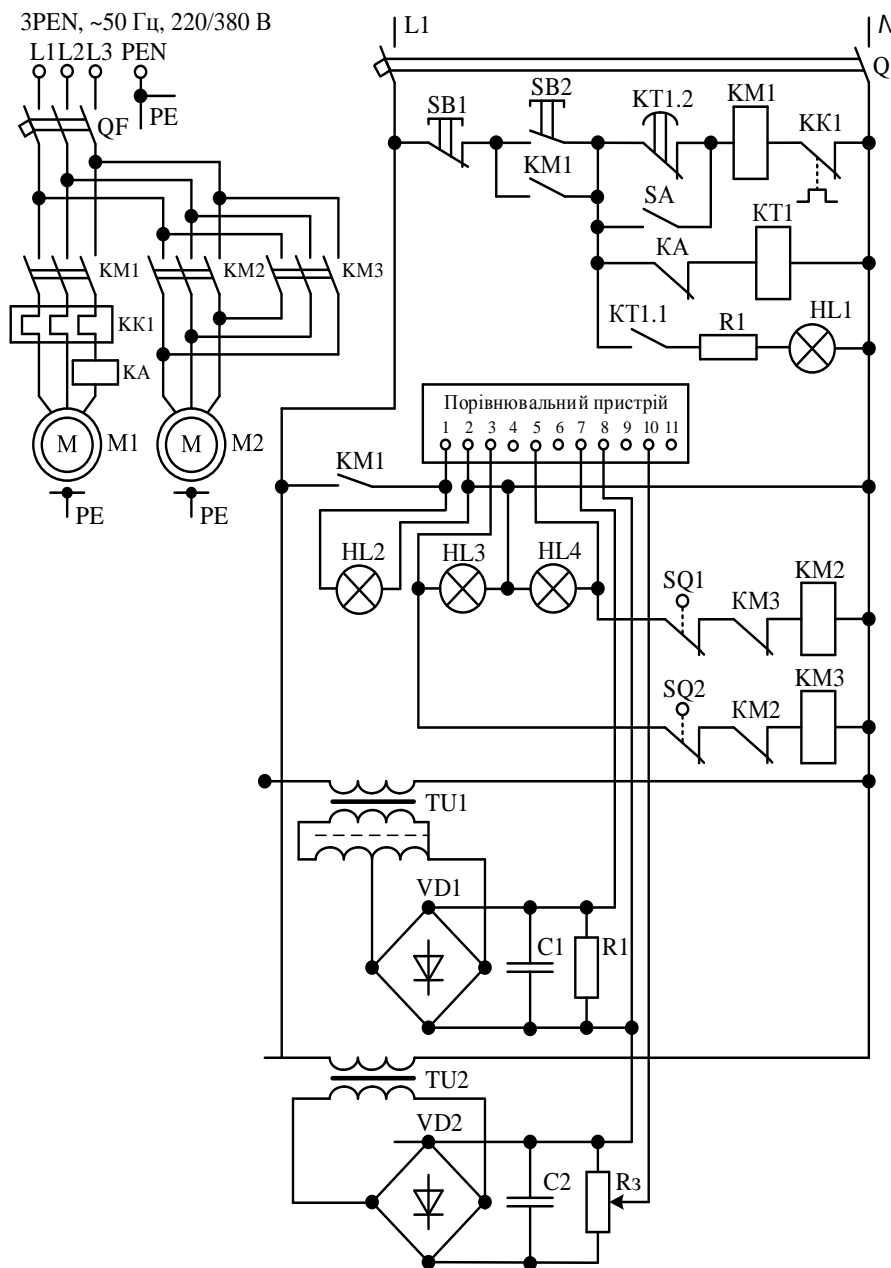
**Основні матеріали дослідження.** В електричній схемі керування електроприводом шибєра (рис.1) застосовують датчик  $r_1$  і задатчик  $r_3$  витрат та порівнювальний пристрій.

Схема працює наступним чином. При натисканні на кнопку sv2 включається пускач км1, який включає електродвигун м1 завантажувальної норії. Лампа hl2 сигналізує про наявність напруги на блоці регулятора витрат. Після цього оператор задає певну витрату зерна поворотом повзуна реостата задатчика  $r_3$ . Якщо змінюються параметри зерна, яке поступає на обробку в потокову лінію, відповідно змінюється вага зерна, яке протікає по трубі. Отже змінюється і опір датчика  $r_1$ . Це приводить до порушення рівноваги мосту. В результаті включається регулятор до ліквідації розбалансу, тобто отриманню заданої витрати.

При змінюванні  $r_3$  на затискачах 8-10 порівнювального пристрою з'являється напруга певного знаку. Вона порівнюється з напругою на датчику (затискачі 7-8 порівнювального пристрою) і якщо воно більше, виконуючий механізм йде на відкриття. При цьому загоряється сигнальна лампа hl4 «більше», яка показує збільшення подачі зерна. Засувка відкривається до тих пір, доки напруга на датчику не зрівняється з напругою на задатчику. При цьому засувка зупиниться в певній позиції, установивши задані витрати зерна. Лампа hl4 згасає.

Шибєр має трифазний електродвигун змінного струму. Електродвигун шибєра включається реверсивним магнітним пускачем. Одне включене положення пускача ставить шибєр в кінцеве відкрите положення, друге – в закриті. На схемі котушка км3 діє на закриття, а км2 – на відкриття. Шибєр керується до тих пір, доки розімкнуться контакти sq1 кінцевого вимикача, який обмежує граничне відкриття. В автоматичному режимі ступінь відкриття шибєра задається установкою в певне положення кінцевих вимикачів, які фіксують розмах відкриття засувки.

Крім цього, в електричній схемі передбачається економічна робота норії, так як часто в технологічних лініях норія після розвантаження зерна із завального бункера залишається порівняно довго включеною і в результаті – зайві витрати електроенергії і спрацювання обладнання. Для цього необхідно автоматично виключати норію, застосувавши котушку струмового реле ка, яку включають в будь-який провід лінії. Двигун працює при включеному тумблері sa.



Реле ка по струму  
 QF іспрацювання налагоджу-  
 ється на відключення при  
 струму в котушці, рівно-  
 му струму холостого ходу  
 норії.

Після розвантажен-  
 ня норії реле ка відключа-  
 ється при холостому ході  
 і своїм контактом включає  
 реле часу кт1. Замикаючий  
 контакт кт1.1 без витримки  
 часу включає сигнальну  
 лампу hl1, а розмикаючий  
 контакт деякий час залишаєть-  
 ся замкненим і тому пускач  
 км1 включений. Через де-  
 який час, якщо зерно в  
 норії не з'явиться, кон-  
 такт кт1.2 відключає пус-  
 кач км1, контакт якого  
 виключає від мережі ко-  
 тушку кт1 і лампу hl1.

Доказана доціль-  
 ність застосування для  
 приводу норій асинхрон-  
 них електродвигунів з пі-  
 двищеним пусковим мо-  
 ментом та їх повна відпо-  
 відність вимогам як уста-  
 леного режиму роботи  
 норії і можливих переван-  
 тажень, так і умовам пус-  
 ку під навантаженням [4].

Рис. 1. схема електрична принципова керування шибером

**Висновок.** Фактична продуктивність норій зерноочисних агрегатів нижча номінальних значень на 30-40 %. Причиною низької продуктивності норій є недоліки організаційного, технічного та технологічного характеру. Регулювання подачі зерна на вході завантажувальної норії дозволить вирішити ці питання.

#### 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.
- 4 Сегеда Д.Г. Исследование пусковых и нагрузочных режимов работы зерновой нории для обоснования параметров электропривода : автореф. дис... канд. техн. наук / Д.Г. Сегеда. – М., 1964. – 26 с.



УДК 631.58

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЬ

Мінкін О.В., 3 курс

Кашкар'юв А.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Розглянуто основні напрями автоматизації індивідуальних теплиць щодо контролю параметрів температури та вологості. Наведені поширені технічні засоби автоматизації без використання мікропроцесорних пристроїв.*

**Постановка проблеми.** З кожним роком в тепличних підприємствах все більша увага приділяється якісному підтримці мікроклімату [2]. Правильно обрана технологія підтримки мікроклімату - одна з найважливіших складових, що дозволяють підвищити врожайність. А ефективне використання енергоресурсів - додаткова можливість істотно зменшити собівартість виробленої продукції. Сучасна автоматизована система управління мікрокліматом повинна підтримувати не тільки заданий режим, але і максимально ефективно використовувати можливість виконавчих систем [1, 5].

**Аналіз останніх досліджень.** В даний час ведеться активна модернізація теплиць, пов'язана з підвищенням кількості виконавчих систем: поділ контурів, модернізація квартиркового вентиляції, установка систем зашторювання, установка вентиляторів [1, 2]. І чим більше виконавчих систем має теплиця, тим важливіше для неї вибір критерію, що визначає стратегію підтримки мікроклімату. Наприклад, одним з найбільш популярних критеріїв управління є економія теплоресурсів. Інший підхід до вибору критерію передбачає підтримання температури у точки росту вище, ніж біля коріння рослини і тим самим має на увазі активне використання верхніх контурів обігріву. Ще один критерій управління ґрунтується на тому, що нижній контур повинен підтримувати в кореневій зоні постійну температуру і лише при вичерпаних ресурсах інших виконавчих систем відхилитися від нього [3, 4]. Сучасна система управління повинна дозволяти задати не тільки один з перерахованих вище критеріїв управління або їх комбінацію, а й будь-який інший, який виникає в процесі виробництва, надаючи агроному-технологу широкі можливості у виборі методу підтримки температурно-вологісного режиму в теплиці.

**Мета статті.** Вивчити конструкцію технічних засобів автоматизації індивідуальних теплиць для приватного господаря.

**Основні матеріали дослідження.** Автоматизація індивідуальних теплиць, особливо що знаходяться на значній відстані від місць постійного проживання, не примха і не данина моді, а об'єктивна необхідність, пов'язана з умовами експлуатації. Першочерговими завданнями автоматизації є: управління системою опалення повітря або ґрунту для захисту рослин від поворотних заморозків, управління системою вентиляції і полив рослин. Нагрівальними пристроями можна керувати, як і при обігріві ґрунту, будь-яким двохпозиційним терморегулятором. Доцільно використовувати такі серійні регулятори, як ПТР, ДТКБ-45, ТЛ-3 і ін. Дуже зручний і доступний терморегулятор ТЛ-3, який випускається Київським електромеханічним заводом і призначений для регулювання температури в житлових та побутових приміщеннях, акваріумах, вуликах і т.д.

Діапазон регулювання температур 0-48 ° С, напруга живлення 220 В, потужність комутації активного навантаження 0,04-1 кВт, т.е. Регулятор може безпосередньо включати і вимикати електронагрівальний пристрій потужністю до 1 кВт. Нескладний терморегулятор можна виготовити своїми руками. Одна з конструкцій описана в журналі "Зроби сам" [8]. Терморегулятор (рис. 1) виконаний на двох транзисторах VT1 типу МП16Б (МП25, МП42) і VT2 типу МП37Б. В якості вихідного пристрою використовується проміжне реле з котушкою на 12 В, В якості датчика температури застосований терморезистор.

Якщо теплиця обладнана кватирками, необхідно перш за все забезпечити їх електроприводом. Як електроприводу можна використовувати електромагніти або електродвигунні виконавчі механізми. Як електропривод можна використовувати промислові приводи типу ПР-1М потужністю 50 Вт або приводи для обертання новорічних ялинок, наявні в продажу. Оскільки електропривод виконаний на базі реверсивного електродвигуна, необхідно включати його через проміжне реле, забезпечуючи два сигнали управління. Одна з можливих кінематичних схем відчинення кватирок і схема управління приводом представлені на рис. 2.

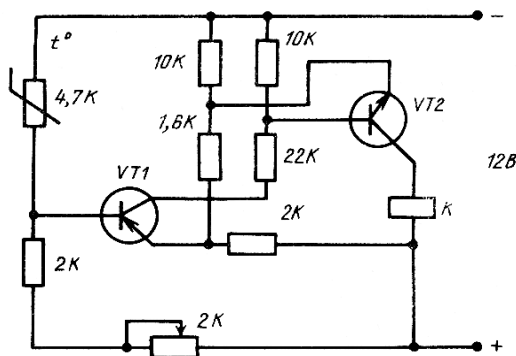


Рис. 1. Принципова схема терморегулятора

Значно простіше вентиляція теплиць вирішується при використанні терморегуляторів так званого прямої дії. У цих регуляторах власне терморегулятор і виконавчий механізм об'єднані в одному пристрої. Досягається це тим, що в регуляторі використовується ефект об'ємного розширення рідини (технічного масла) при нагріванні. Відповідний підбір обсягу робочого циліндра і кінематичної схеми дозволяє отримувати необхідні зусилля і хід при відкриванні фрамуг. Терморегулятор "Тюльпан" являє собою циліндр діаметром 60 і довжиною 450 мм, заповнений одним літром технічного масла (рис.3). Нагрівання масла викликає переміщення штока-поршня, робочий хід поршня 170 мм, зусилля 500-600 Н (50-60 кгс). Регулятор налаштований на температуру початку відкривання 20-25 °С.

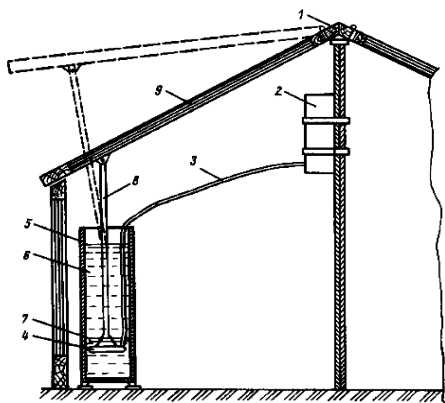


Рис. 2. Автоматичне вентилявання теплиці за способом Г.І. Іванова: 1 - конструкції теплиці; 2 - герметичний посудину; В - шланг; 4 - камера; 5 - резервуар; 6 - вода; 7 - пластина; 8 - тяга; 9 - кватирка

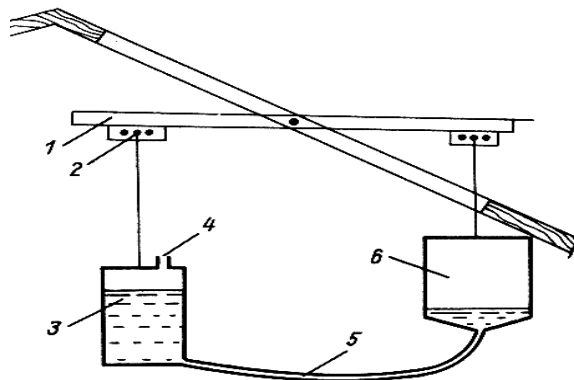


Рис. 3. Пристрій для відкривання фрамуги: 1 - фрамуга; 2 - регульовані планки; 3 - посудина з водою місткістю 2-4 л; 4 - отвір  $d = 5$  мм; 5 - гнучкий шланг; 6 - посудина місткістю 10-20 л

Є ряд розробок регуляторів прямої дії, в яких в якості робочого тіла використовується повітря (рис. 3). У конструкції регулятора фрамуга відкривається завдяки підйому гнучкого резервуара (автомобільної камери), повідомленого з герметичним посудиною, укріпленою у верхній зоні теплиці (рис. 3). Гнучкий посудину поміщений в бочку з водою, при розширенні повітря він збільшується в об'ємі і спливає, відкриваючи фрамугу. Дещо відрізняється за конструктивним виконанням регулятор, описаний в. У цьому регуляторі фрамуга відкрива-

ється завдяки моменту, створюваному перерозподілом маси води в двох ємностях при розширенні повітря (рис. 4).

Маючи джерело води і систему поливу, потрібно організувати управління поливом рослин. Ідеальним рішенням цього завдання є застосування датчиків вологості ґрунту і автоматизація поливу по заданій вологості. Можна використовувати декілька принципів вимірювання вологості. Один з них, заснований на зміні об'ємної маси ґрунту при зволоженні. Регулятор вологості (рис. 4) містить датчик вологості у вигляді камери 1, заповненої водою, і з'єднаний з нею сильфон 3, підвішений на підпружиненому важелі 5. Один кінець важеля забезпечений клапаном 19, який перекидає зливні патрубкі 17 і 18 гідроциліндра 10. Збільшення вологості ґрунту призводить до підвищення її маси і прогину мембрани 2 камери 1 і переливу частини води в сильфон 3. Збільшення маси сильфона призводить до перекриття патрубкі 17, переміщенню поршня 11 у верхнє положення і закриття засувки. Для установки меж регулювання вологості ґрунту служить регулювальний гвинт 8.

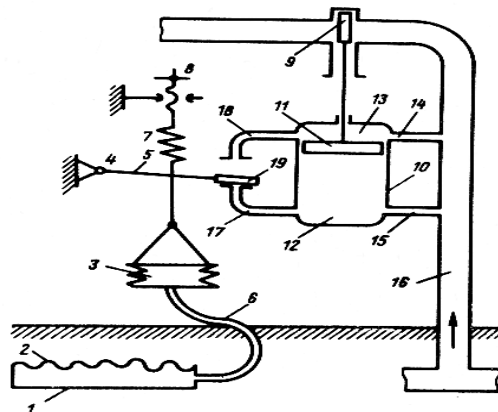


Рис. 4. Автоматичний регулятор вологості: 1 - камера; 2 - мембрана; 3 - сильфонна камера; 4 - шарнір; 5 - важіль; 6 - гнучкий шланг; 7 - пружина; 8 - регулювальний гвинт; 9 - засувка; 10 - циліндр; 11 - поршень; 12, 13 - нижня і верхня порожнини; 14, 15 - переливні патрубкі; 16 - напірна магістраль; 17, 18 - переливні патрубкі; 19 - клапан

Можна застосувати електронний регулятор вологості (рис. 5). Як датчик вологості в регуляторі використані два вугільних стержня від батарейки 3336Л з деполяризатором (з елементів видаляють тільки цинкову оболонку). Стержня заглиблюють в ґрунт на відстані 20 см. При помірній вологості опір між ними становить близько 1500 Ом. Схему з допомогою змінного резистора R1 налаштовують на заданий поріг спрацьовування регулятора, змінний резистор R2 служить для установки початкової вологості. У регуляторі використані транзистори МШ6Б, МП25, МП42 або аналогічні їм, вихідне реле типу РЕ3-10.

**Висновок.** Керувати мікрокліматом та системою зрошення за допомогою електроніки одночасно і проста і складна задача. Потрібно завжди пам'ятати, що високу надійність забезпечують найбільш прості пристрої. Нескладний програмний пристрій можна виготовити своїми руками і без застосування електронних схем і електромагнітних клапанів, що дозволяє використовувати його при відсутності електропостачання або перерві в ньому.

#### Список використаних джерел.

1. Автомат для проветривания теплиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agromarket.ru/Теплицы/Автомат-для-проветривания-теплиц.html>
2. Автоматизация тепличного хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kipshop.ru/aip/index.php?id=263>
3. Подкормка растений углекислым газом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fermer.ru/forum/zashchishchennyi-grunt-i-gidroponika/129840>
4. Система компьютерной автоматизации теплиц [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/137786>
5. Теплица, парник, зимний сад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.k2x2.info/sad\\_i\\_ogorod/teplica\\_parnik\\_zimnii\\_sad/index.php](http://www.k2x2.info/sad_i_ogorod/teplica_parnik_zimnii_sad/index.php)

УДК 631.674

## АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ КРАПЕЛЬНОГО ЗРОШЕННЯ

Прийма А.В., 4 курс

Сабо А.Г., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Крапельного зрошення один з основних способів зрошення у відкритому та закритому ґрунтах на півдні України. Його автоматизація дозволяє оптимізувати технологічний процес та підвищити ефективність витрат ресурсів*

**Постановка проблеми.** Крапельне зрошення - спосіб поливу рослин, при якому волога подається тривалий час в обмежених кількостях прямо в прикореневу зону рослин. Крапельне зрошення (КЗ) дозволяє відрегулювати подачу з повною відповідністю потребам того чи іншого рослини [1, 4]. Крім того ґрунт між грядками залишатиметься сухою, що негативно позначиться на бур'янах. Спосіб краплинного зрошення використовують в промислових масштабах з початку 60-х років минулого століття. КЗ характеризується рядом особливостей:

- локальний характер зволоження ґрунтів переважно тільки в зоні розвитку основної маси кореневої системи;
- використання для налаштування водорозподільної мережі систем краплинного зрошення інертних відносно навколишнього середовища матеріалів, насамперед полімерних.

**Аналіз останніх досліджень.** Для підтримки оптимальної концентрації елементів живлення в ґрунтовому розчині протягом всього періоду вегетації рослин застосовують локальне внесення добрив разом із поливною водою – фертигація (fertilization – удобрення; irrigation – зрошення) [3, 4].

При проведенні удобрювального поливу необхідна постійна витрата води для отримання однорідної суміші поживних речовин у зрошувальній воді. Добрива повинні задовольняти таким вимогам: повна, без осаду, розчинність у воді, відсутність осадів, що, як правило, утворюються при реакції з солями у зрошувальній воді; добрива не повинні викликати корозію матеріалів. Для подачі мінеральних добрив в зрошувальну мережу встановлюють стаціонарний резервуар для добрив (рис. 1), який зв'язаний з основною лінією потоку за допомогою випускних трубок [2].

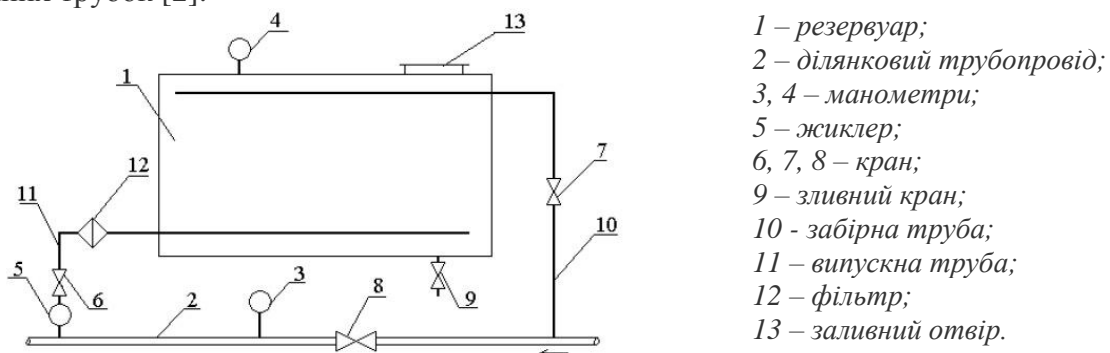
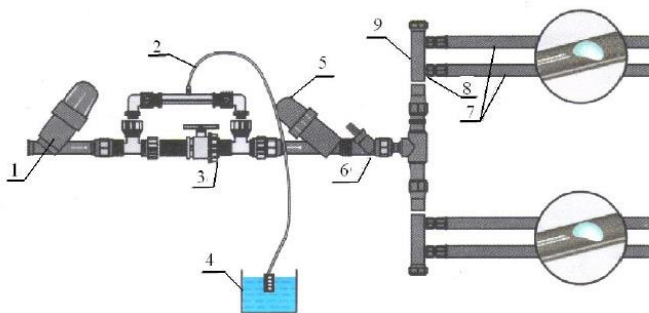


Рис. 1. Установка з резервуаром для внесення добрив

Такі системи мають примусовий пристрій введення поживного маточного (концентрованого) розчину в поливну воду. Для цього вони використовують додаткове стороннє джерело енергії для примусової подачі розчину.

На нових системах краплинного зрошення застосовують удобрювальний вузол інжекторного типу, який використовує потік води для всмоктування добрив шляхом створення штучного розрідження. Вони мають просту і надійну конструкцію (немає рухомих деталей). При цьому недоліком є складність регулювання подачі розчину при змінному тиску, і висока втрата тиску (до 40%). Частіше за все застосовують інжектор типу “Ventury” (рис. 2) [4].

Продуктивність трубки “Ventury” знаходиться в межах від 5 до 1950 л/годину, а можливі розміри з'єднання 3,4” – 2”. Для внесення добрив із поливною водою можна використовувати також інжектори, дозатори іноземного виробництва продуктивністю 2,5-20 м<sup>3</sup>/годину, і приєднувальними розмірами від 1”...2”. Основними виробниками цього обладнання є DGT (Бельгія), VALMATIC (Італія), DOSATRON (Франція), DOSMATIC, VALMONT (США).

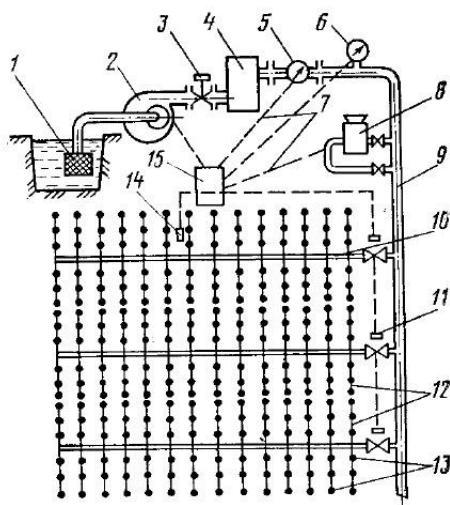


- 1 – фільтр сітчастий;
- 2 – інжектор типу “Ventury”;
- 3 – обв'язка;
- 4 – посудина з добривами;
- 5 – фільтр дисковий;
- 6 – регулятор тиску;
- 7 – краплинна стрічка;
- 8 – стартер;
- 9 – труба розвідна.

Рис. 2. Схема установки системи краплинного зрошення з інжектором типу “Ventury”

**Мета статті.** Автоматизація систем краплинного зрошення за умови автоматизації технологічного процесу та особливості проектування.

**Основні матеріали дослідження.** Вибір конструкції систем краплинного зрошення залежить від кліматичних, геоморфологічних, ґрунтових, гідрогеологічних, геологічних і господарських умов території, а також якості води для зрошення. Основними елементами систем краплинного зрошення є: водозабір, насосна станція, вузол підготовки води та внесення добрив, мережа магістральних, розподільних і поливних трубопроводів з крапельницями, лінії зв'язку, система автоматизації, вітрозахисні лісосмуги, та ін.(рис.3) [3].



- 1 – водозабір;
- 2 – насосна станція;
- 3 – головна засувка;
- 4 – фільтр;
- 5 – водомірний пристрій;
- 6 – манометр;
- 7 – канали зв'язку;
- 8 – вузол для внесення добрив;
- 9 – магістральний трубопровід;
- 10 – розподільний трубопровід;
- 11 – дистанційна засувка;
- 12 – поливні трубопроводи;
- 13 – крапельниці;
- 14 – датчик необхідності поливу;
- 15 – пульт управління.

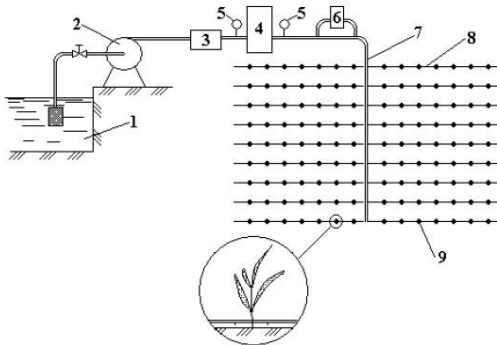
Рис. 3. Схема системи краплинного зрошення

У кожному випадку конструкція системи може змінюватись відповідно до конкретних умов її застосування. При цьому, надійність роботи систем краплинного зрошення визначається її основними елементами, до яких, насамперед, належать крапельниці та технічні засоби підготовки (очищення) води.

Джерелом зрошення можуть бути річки, озера, водосховища, обводнювальні і зрошувальні канали, води місцевого поверхневого стоку, а також підземні води. Водозабірні споруди і насосні станції обладнують сміттязтримуючими ґратами. Оскільки якість води природних джерел не завжди відповідає сучасним вимогам, одним із головних елементів систем краплинного зрошення є засоби очищення води від механічних і біологічних забруднень. Технологічну схему очистки води для конкретної ділянки обирають, виходячи з якості води у джерелі водопостачання, прийнятих типів трубопроводів та їхніх вимог до ступеня очищення

води. Розчинні добрива перед подачею їх у зрошувальну мережу підлягають також попередньому очищенню.

На сучасному етапі базова комплектація систем краплинного зрошення складається із водозабірної споруди на джерелі зрошення (1), вузла насосної станції (2), системи управління (3), станції підготовки води (4), водомірного обладнання (5), пристрою для підготовки, змішування і дозування добрив (6), магістрального трубопроводу (7), розподільної трубопроводної мережі (8), та комплекту поливних трубопроводів з крапельницями (9). Принципова схема такої системи зображена на рисунку 4.



- 1 – водозабірна споруда на джерелі зрошення;
- 2 – насосна станція;
- 3 – блок автоматизації поливу;
- 4 – станція підготовки води ;
- 5 – водомірне обладнання;
- 6 – пристрій для змішування і дозування добрив;
- 7-8 – магістральна і розподільна трубопроводна мережа;
- 9 – крапельниці.

Рис. 4. Базова схема комплектації системи краплинного зрошення

Додатково система може включати запірну арматуру, регулятори тиску, вузли автоматичного контролю і управління системою, а також обліку води. Принцип дії системи полягає в тому, що вода під заданим тиском від насосної станції надходить через вузли підготовки води і добрив в трубопровідну мережу, і далі до крапельниць. Система може працювати як в ручному так і в автоматичному режимі.

#### **Порядок проектування систем краплинного зрошення наступний:**

- спочатку розраховують водоспоживання сільськогосподарських культур, що планують вирощувати при краплинному способі зрошення на основі ґрунтових, кліматичних і маркетингових досліджень;
- розрахунок кількості поливних трубопроводів по ділянках, згідно схеми посадки рослин;
- розподіл ділянок на поливні блоки (враховуючи довжину рядків, потужність насосно – силового обладнання, дебіт свердловин, конфігурацію полів тощо);
- вибір вузла підготовки води (фільтростанції), враховуючи необхідні витрати води по блоках і тривалість поливу кожної ділянки;
- гідравлічний розрахунок магістральних і розподільних трубопроводів;
- вибір гідравлічної арматури по тиску в мережі та умовах роботи.

Необхідно також визначити щоденну максимальну потребу води з метою перевірки зрошувальної здатності вододжерела, вибору фільтростанції, фасонних частин і арматури. Наприклад, для півдня України максимальну щоденну зрошувальну норму можна прийняти 60 – 70 м<sup>3</sup>/га.

**Висновки.** При автоматизації краплинного зрошення особливу увагу слід приділити умовам роботи, стану джерела води, якості води та гідравлічним параметрам розподільних трубопроводів. Слід пам'ятати про складні умови роботи технічних засобів автоматизації.

#### **Список використаних джерел**

1. Краплинне зрошення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.fruit.org.ua/index.php/publikacii/299-krapelne-zroshennya-poliv>
2. Краплинне зрошення – сучасний метод поливу [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://moja-usadba.ru/umnyj-ogorod/kraplinne-zroshennya-suchasnij-metod-polivu.html>
3. Переваги краплинного зрошення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sutsvitya.org/redakce/index.php?clanek=1565&lanG=uk&slozka=1151&xsekce=1563>
4. Системи краплинного зрошення. Навчальний посібник [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://vsego-nechego.ucoz.ru/\\_ld/0/18\\_Syst\\_krap\\_zrosh.pdf](http://vsego-nechego.ucoz.ru/_ld/0/18_Syst_krap_zrosh.pdf)

УДК 631.362.7

## ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ З МОДЕЛЮВАННЯМ НА КОМП'ЮТЕРІ

Гапон С.А., (3 курс),

Тузко А.С., (4 курс).

Жила В.І., к.т.н., проф.

Гузенко В.В., асистент

E-mail: tuzko\_a19@gmail.com

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка.*

*Досліджені властивості асинхронних двигунів які є відповідальними в технологічному процесі по переробці зернових культур. Приділена велика увага комп'ютерному моделюванню в пакеті Simulink системи електричний двигун - робоча машина.*

**Постановка проблеми.** В сучасному сільському господарстві пріоритетним напрямком є розвиток електротехнічного комплексу зернопереробного устаткування [1]. Відомо, що одним із важливих елементів по транспортуванню зернових культур є норії. Норії - це пристрої призначені для підйому різних сипучих або рідких матеріалів. Перш за все норії призначені для роботи у складі схеми технологічного процесу транспортування з тривалим режимом роботи, як усередині приміщень, так і на відкритому повітрі. Вони служать для вертикального транспортування зерна, продуктів його переробки (борошна, крупи, висівки) та інших сипучих матеріалів на елеваторах, зерноскладах, портах, млинах, хлібокомбінатах. За своїм виконанням норії діляться на одинарні та подвійні, по типу розвантаження на відцентрові тип П (2,2-3,6 м/с) і відцентрово-гравітаційні тип І (1,1-1,8 м / с). В норії між двома барабанами - верхнім приводним і нижнім натяжним - натягнута стрічка з ковшами, яка є основним тяговим механізмом [2]. Верхній барабан розміщений в голівці, нижній - в черевіку норії. Обидві гілки стрічки знаходяться в норійних трубах, які разом з черевиком і голівкою становлять кожух. Норійні труби з'єднуються між собою болтами. Для завантаження і вивантаження продукту передбачені патрубки в черевіку і голівці норії. Привід норії складається з електродвигуна і стандартного редуктора. За допомогою цього пристрою в якому всі елементи з'єднані кінематично відбувається узгодження виду і швидкості їх руху. При цьому цей процес завантаження норії відбувається зі зміною статичного опору, при цьому має місце не усталений динамічний перехідний процес[2].

Асинхронний двигун отримав найбільшого розповсюдження в сільськогосподарському технологічному процесі по переробці зернових культур Він споживає близько 70 % всієї енергії. С кожним роком до них висувають все більше жорсткі вимоги, що до ефективності та надійності [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Для комплексної механізації та електрифікації різних технологічних процесів, практично в усіх галузях сільськогосподарського виробництва використовується система машин, це сукупність різних робочих машин, механізмів та апаратів, які зв'язані між собою згідно з продуктивністю, швидкістю руху і тривалістю дії, для завершеного технологічного або виробничого процесу.

**Мета статті.** Дослідити технологічні процеси по переробці зернових культур з використанням комп'ютерного моделювання та переконатися що дослідження електромеханічних властивостей двигунів та робочих машин дозволяє більш детально проаналізувати технологічний процес.

**Основні матеріали дослідження.** Моделювання виконуємо в програмі MATLAB для параметрів номінального режиму. Яке дозволяє дослідивши процеси електромеханічної системи та виконати правильний вибір асинхронних двигунів для технологічного процесу. Склавши модель в пакеті Simulinkотримаємо такі залежності:

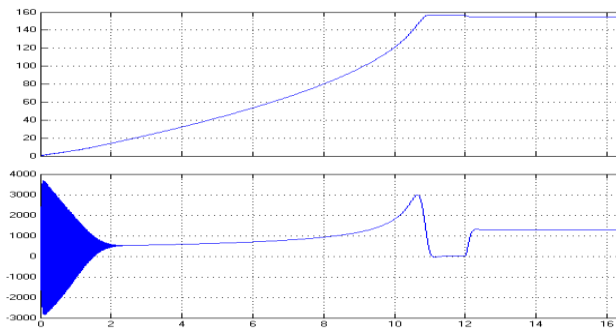


Рисунок 1 – Момент та швидкість обертання двигуна

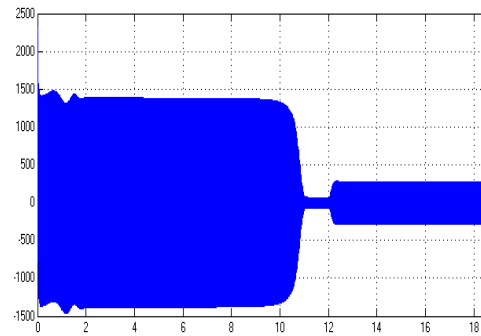


Рисунок 2 – Струм

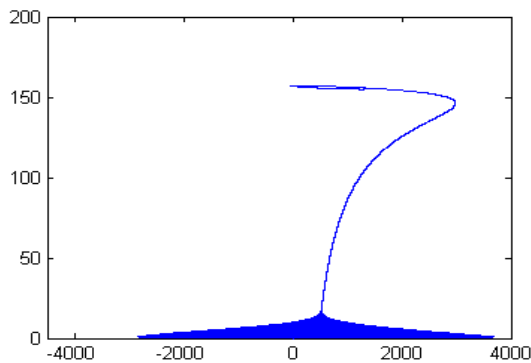


Рисунок 3 – Залежність швидкості від моменту

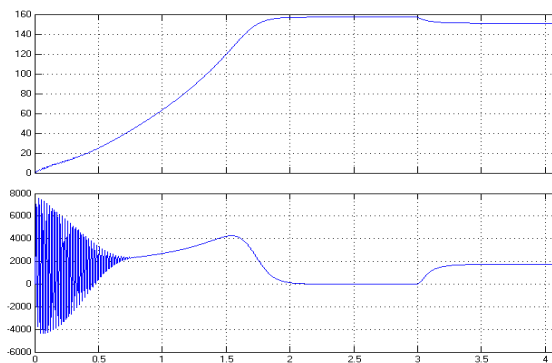


Рисунок 4 – Момент та швидкість обертання двигуна.

Моделювання виконуємо в програмі MATLAB для параметрів пусковий режиму.

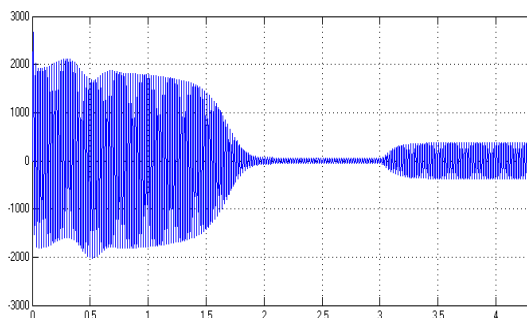


Рисунок 5 – Струм фази

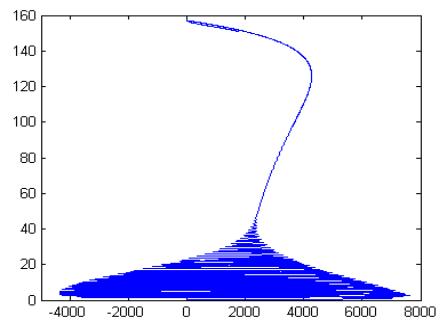


Рисунок 6 – Залежність швидкості від моменту

**Висновок.** Досліджені технологічні процеси по переробці зернових культур. Велика увага приділена пристроям норії та приведення її в роботу. Отримані основні електромеханічні та енергетичні показники, які впливають на роботу технологічного процесу в цілому. Поведено комп'ютерне моделювання експлуатаційних перехідних процесів при пуску та зміні навантаження на виконавчий орган робочої машини. Дослідження, на основі сучасної науково-технічної літератури показали ефективність вибраної методики дослідження з використанням комп'ютерних програм.

**Список використаних джерел.**

1. Копылов И.П. Проектирование электрических машин: В 2 т./ Под ред. И.П.Копылова. – М.: Энергоатомиздат, 1993.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. Matlab 6.0 – Санкт-Петербург: Корона принт, 2001.-320с.



УДК 681.518

## ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ АСК

**Клик А.В., 3 курс,**

**Діордієв В.Т., д.т.н., професор**

**e-mail: diovlatr@ukr.net**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Розглянуті основні параметри, які підлігають контролю, реєстрації та керуванню, та технічні засоби для бездротового моніторингу. Наведені основні технічні характеристики та особливості застосування доступних комплексів.*

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку техніки автоматизація є основним фактором, що сприяє підвищенню продуктивності праці і поліпшенню якості продукції. Вона забезпечує великі можливості підвищення ефективності виробництва, успішному виконанню народногосподарських планів нашої країни [4].

Слово «автоматизація» походить від грецького слова «автомат», що означає «саморушній». Таку назву давали тим механізмам, які діяли самостійно, без втручання людини. Ще в глибоку давнину люди намагалися створювати різноманітні самодіючі механізми, хоч ці спроби дуже рідко давали бажані результати [2].

Нині автоматизація охоплює всі ланки виробничого процесу, включаючи міжверстатне транспортування і контроль готових деталей.

**Аналіз останніх досліджень.** Залежно від ступеня заміни розумової праці машинами і пристроями розрізняють часткову і повну автоматизацію. При частковій автоматизації тільки частина потоку інформації автоматизована (наприклад, операції керування), решту (регулювання і контроль) виконує робітник. При повній — всі операції потоку інформації (керування, регулювання і контроль) автоматизовані, тобто виконуються автоматичними пристроями. Робітник в цьому разі здійснює тільки налагодження пристроїв, вмикає і вимикає їх [3, 4].

Залежно від ступеня охоплення процесу розрізняють некомплексну і комплексну автоматизацію [2]. Некомплексною називають таку автоматизацію, яка поширена тільки на одну або кілька окремих непослідовних операцій. Комплексною називають автоматизацію, поширену на відповідний комплекс операцій, тобто на всі операції обробки деталі, вузла, виробу.

**Мета статті.** Розглянути технічні засоби для реалізації систем керування на основі бездротового зв'язку.

**Основні матеріали дослідження.** При вирощуванні овочевої продукції в теплицях слід дотримуватись технології вирощування, адже це забезпечить необхідну врожайність та якість продукції. Підтримання меж технологічних параметрів здійснюється функціонуванням системи мікроклімату. Але постає необхідність вдосконалення останніх через неможливість простежувати і враховувати реакцію рослин на дію у першу чергу природних, таких як: нагрів повітря, води і ґрунту потрібно контролювати, керувати включенням і вимиканням системи. Для цього призначений терморегулятор, який встановлюється всередині парника.

Wi-fi датчик EL-WIFI-TH вимірює температуру і вологість середовища, в якій він знаходиться (рис. 1). Дані передаються через бездротові Wi-Fi мережі на ПК і можуть бути переглянуті за використанням безкоштовного пакету програмного забезпечення. Під час налаштування датчик буде шукати існуючі бездротові мережі, а фізично підключений до комп'ютера. Він може бути розміщений в будь-якому місці в радіусі дії мережі. Якщо датчик тимчасово втрачає зв'язок з мережею, він буде реєструвати свідчення, поки знов не відновиться зв'язок з комп'ютером. На базі логерів EL-WiFi-TH можна побудувати Wi-Fi систему моніторингу температури і вологості парників.

Датчик температури і вологості може комплектуватися двома типами сенсорів DTH11 і AM2302, сенсори відрізняються точністю показань.

EL-WiFi-TH володіє низьким енергоспоживанням. Зі стандартним інтервалом вимірювання (кожні 60 секунд) датчик буде працювати протягом одного року. Після цього батарея може заряджатися через ПК або мережевий адаптер USB +5 V за допомогою комплектного USB кабелю.

Акумулятор безпечно заряджатися, коли пристрій працює в діапазоні від 0 до +40 ° C (+32 до +104 ° F). Він захищений від зарядки поза цього діапазону температур. Показання датчика можуть бути неточними під час зарядки акумулятора.

Програмне забезпечення, встановлене на ПК, дозволяє робити налаштування датчиків, реєстрацію даних і аналізу даних. Для настройки доступні назва датчика, одиниці виміру °C/°F, частота дискретизації і межі вимірювання. Після настройки, архів даних може бути переглянутий за допомогою графічного інструменту або експортовані в Excel. Програмне забезпечення доступно безкоштовно.

Датчик EL-WiFi-TH може бути встановлений на вертикальній поверхні і поставляється з настінним кронштейном, який може бути пригвинчений до стіни або рівній поверхні. Датчик надійно замикається в кронштейні.

Бездротовий логер використовує будь-які нові та існуючі WiFi мережі. Повністю налаштовується по мережі WiFi за допомогою програмного забезпечення EL-WiFi на базі ОС Windows.



Рис. 1. Wi-fi датчик вологості та температури

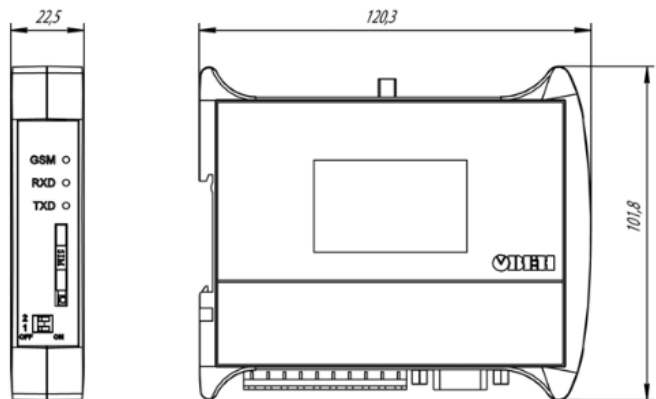


Рис. 2. GSM модем ПМ01

**GSM/GPRS модем ОБЕН ПМ01** (рис. 2) призначено для віддаленого обміну даними через безпроводні системи зв'язку стандарту GSM з обладнанням, оснащеним послідовними інтерфейсами зв'язку RS232 або RS485.

#### **Переваги GSM Модему ПМ01 [3]**

Захист від зависання – автоматичне перезавантаження модему  
Інтерфейс RS-232 або RS-485

Два варіанти напруги живлення: 24 В постійного й 220 В змінного струму

Широкий діапазон температур: -30..+70

#### **Області застосування GSM/GPRS модему ОБЕН ПМ01 [3]**

- Системи збору даних, диспетчеризації й керування
- Автоматичні термінали самообслуговування (платіжні, вендинг і ін.)
- Системи охоронної й протипожежної безпеки

Технічні характеристики GSM модуля TC485 (рис. 3), апаратні особливості, програмні можливості, більш придатні для побудови малих систем автоматичного керування [1]. Модуль функціонує як telnet сервер, а саме очікує вхідного коннект від сервера опитування. Модуль може сам визначити установки APN залежно від оператора. Можливо поставляти модулі із встановленими параметрами замовника: APN, port. Можливість оперативної зміни APN

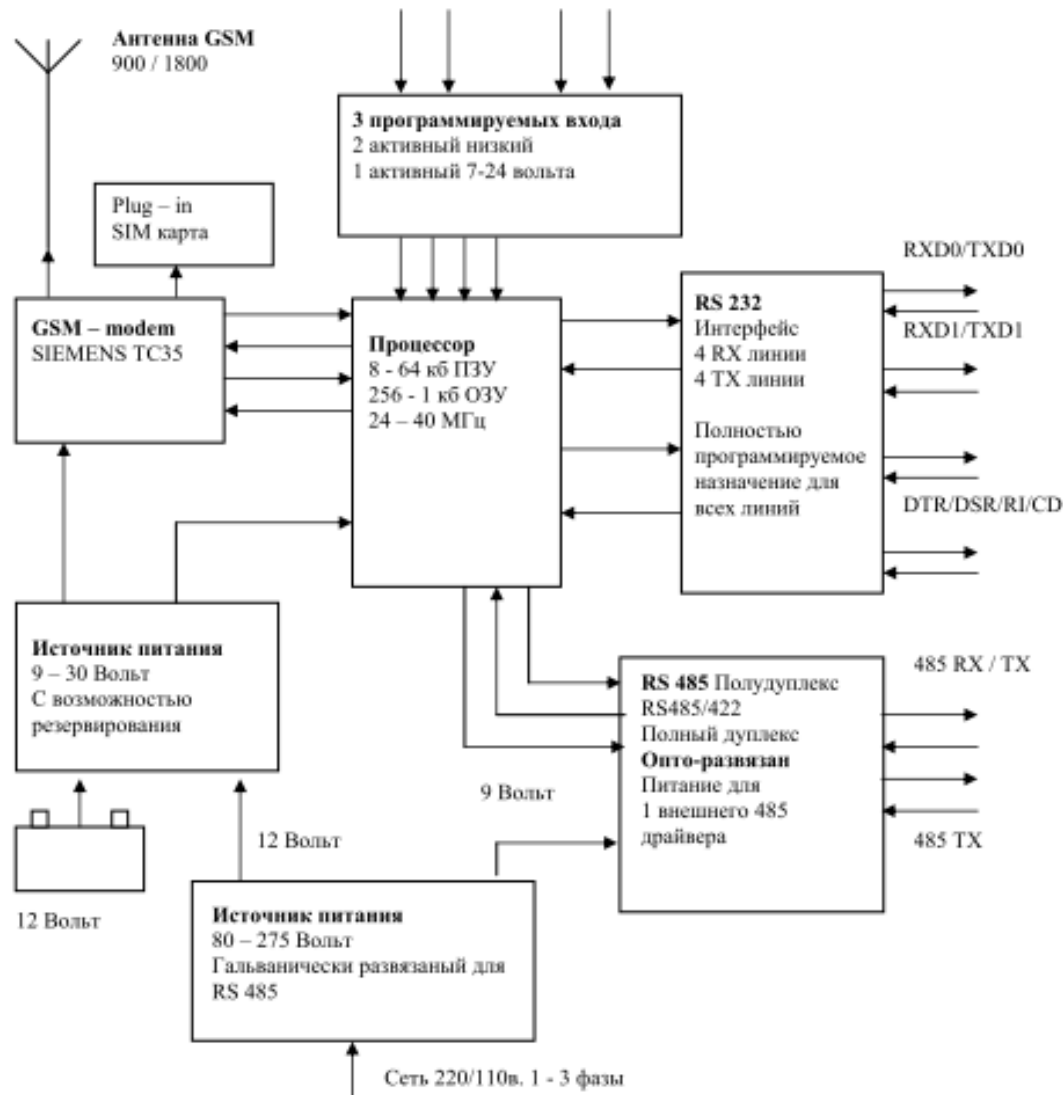


Рис. 3. Структурна схема модуля передачі даних TC-485

**Висновок.** При виборі технічних засобів для організації системи керування на основі безпроводного зв'язку слід враховувати рівень автоматизації та розосередженість датчиків, виконавчих механізмів та віддаленість пульта керування.

#### Список використаних джерел

1. GSM/GPRS-модем передачі даних TC-485 [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://elmisto.com.ua/p404076084-gsmgprs-modem-peredachi.html>
2. Навіщо терморегулятори в тепличних установках? [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://teplici.com.ua/navishho-termoreguljatori-v-teplichnih-umovah/>
3. Обладнання для автоматизації [Електронний ресурс].- Режим доступу: <https://owen.ua>
4. Фрайден Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден ; М.: Техносфера, 2005 – 592 с.
5. Як вибрати терморегулятор для теплиці. [Електронний ресурс].- Режим доступу: <http://economstroy.com.ua/lubimy-uchastoks/6181-yak-vubraty-termoregylator-dla-tepluzi.html>

6. УДК 621.317

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРЕТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Шарапов О.С., магістрант

e-mail: sharapov.sasha@gmail.com

Ігнатенко О.В., 2С курс

e-mail: volkusvolkus311295@gmail.com

Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент

e-mail: dina.nesterchuk@tsatu.edu.ua

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Робота присвячена дослідженню властивостей електретного перетворювача тиску, обґрунтована його структура та описаний принцип дії перетворювача.*

**Постановка проблеми.** Загальновідомо, що діелектрики – це речовини, які не проводять електричний струм, у порівнянні з провідниками. Але при розташуванні діелектрика у зовнішньому електричному полі виникає його поляризація, на його поверхні утворюються зв'язані заряди, які після зняття електричного поля, перерозподіляються. Діелектрики, що тривалий час зберігають в об'ємі або на поверхні електричні заряди і створюють у навколишньому просторі постійне електричне поле, мають назву електрети. В наш час електретні перетворювачі стають все більш розповсюдженими в техніці, як газові фільтри, мікрофони, дозиметри, гігрометри, манометри, тахометри та прилади нічного бачення. Тому то стає доцільним та актуальним дослідження властивостей електретних перетворювачів для вимірювання неелектричних величин електричними методами [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз літературних джерел [1...3] дозволив зробити узагальнений висновок, що, у більшості випадків, електретні перетворювачі – це штучно створені матеріали і речовини. В процесі їх виробництва діелектрик поміщають в область дії досить потужного електричного поля і після того, як процес поляризації в ньому завершений, діелектрик піддають додатковій дії. Це може бути тиск, температура, опромінення світловим пучком, вплив електрики або інших зовнішніх факторів. В результаті додаткового впливу після поляризації, діелектрик змінює свої електричні властивості, і залишається поляризованим досить тривалий час.

Електретні властивості притаманні багатьом діелектричним матеріалам: полімерам, кераміці, фторопластам та монокристалом. Щоб отримати електретний перетворювач з діелектричного матеріалу необхідно визначити певний режим поляризації, при якому остаточний заряд буде найбільшим при максимальному часі спадання заряду – час релаксації. В залежності від виду фізичного впливу термо- (нагрівання речовини), електро- (дія електричного поля), фото- (дія світла), магніто- (дія магнітного поля), радіо- (вплив іонізуючого випромінювання) електрети. Електретний стан може виникати й без дії електричного поля, наприклад, від механічної деформації (механоелектрети), при зарядженні діелектрика у полі коронного заряду (короноелектрети), при нагріванні полімерів у контакті з електродами із різновидних металів (металополімерні електрети) [1].

**Мета статті.** Метою роботи є дослідження впливу зовнішніх умов на фізичні властивості електретних перетворювачів.

**Основні матеріали дослідження.** На рисунку 1 наведена схема електретного перетворювача, який містить електрет (1), дві металеві пластини (2) і (3), які з'єднані провідником (4).

На металевих пластинах буде виникати наведений заряд, густина якого визначається за виразом [1]

$$\sigma_u = \varepsilon_0 \cdot E = \frac{\sigma}{1 + \frac{\varepsilon \cdot S}{\varepsilon_0 \cdot l}}, \quad (1)$$

де  $\delta$  - густина електричного заряду;

$\varepsilon$  - діелектрична проникність;

- $l$  - товщина електрета;  
 $S$  - площа матеріалу електрета;  
 $E$  - напруга електричного поля, що створюється електретом.

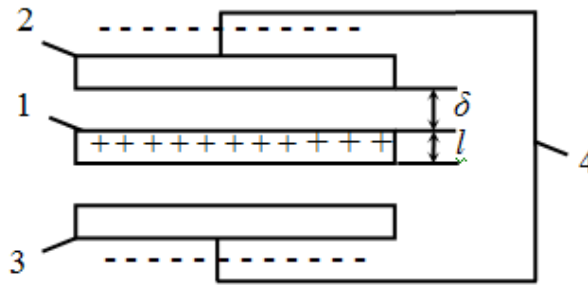


Рисунок 1 - Схема електретного перетворювача

Наявність електричних зарядів – це головна властивість таких перетворювачів, завдяки якій вони знаходять широке застосування.

До важливих властивостей електретів належить поверхнева густина зарядів, яка є їх мірою, а її знак та тривалість збереження у часі, а також залежність від зовнішніх умов (температури, вологості та тиску) характеризують її значення. Параметр, який характеризує властивість електрета, є час релаксації – це час зменшення заряду в  $e$ -раз. За даними літературних джерел фізичні властивості електретів суттєво залежать як від особливостей діелектриків (від їх полярності та електропровідності), так й від режиму їх виготовлення (від напруженості поля, температури та часу поляризації).

Слід відзначити, що час життя електретів (проміжок часу, на протязі якого матеріал зберігає електретні властивості) залежить від властивостей самого електрета та від умов його зберігання. Так, для полімерних електретів час життя складає 3...10 років. Тому то головною умовою тривалої експлуатації перетворювача є закорочування його пластин, що й запобігає деполіаризації заряду. Вплив на перетворювач здійснює й вологість повітря, так зберігання електрета у вологій атмосфері призводить до суттєвого зниження величини його заряду [1,3].

Авторами пропонується конструкція конденсаторного датчика вологості, принцип дії якого оснований на зміні та вимірюванні ємності електрета від дії вологи. За конструкцією датчик вологості є конденсаторним, так як містить дві металеві вимірювальні пластини, між якими розміщений електрет, який є чутливим до зміни вологості повітря. Здатність чутливого шару електрета сорбувати пари вологи з повітря можна пояснити електретним ефектом, а саме, в електричному полі електрета здійснюється дипольна поляризація молекул води, їх притягнення та сорбція на поверхні чутливого шару електрета. Слід відзначити, що такий процес сорбції проходить інтенсивно, якщо напруженість електричного поля у навколишньому середовищі є значною. До двох вимірювальних пластин під'єднанні відповідні виводи, які підключаються до вимірювального кола вторинного приладу, який вимірює ємність при зміні вологості повітря.

**Висновок.** Аналіз властивостей електретних перетворювачів показав, що фізичні властивості електретів суттєво залежать від особливостей діелектриків та режиму їх виготовлення, а також від умов їх зберігання. Запропонована конструкція електретного конденсаторного датчика вологості суттєво розширює можливості застосування електретів для вимірювання неелектричних величин.

#### Список використаних джерел.

1. Губкин А.Н. Электреты / А.Н. Губкин. – М.: Наука, 1978. - 192 с.
2. Дмитриева О.П. Электретный преобразователь малых давлений для средств аналитической техники / О.П. Дмитриева, Л.В. Илясов // Инновации в науке: сб. ст. по матер. LV междунар. науч.-практ. конф. № 3(52). Часть II. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 54-61.
3. Рычков Д. А. Измерительный комплекс для исследования электретного эффекта в полярных полимерах / Д.А. Рычков // Диэлектрики - 2000: Матер. Междунар. научно-техн. конф. — СПб., 2000. - С. 87–89.

УДК 321.313.2

## ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСТЕРЕЖНИКА ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ ГРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ

Федькін В.А., 4 курс

e-mail:fedkin0797@gmail.com

Ковальов О.В., старший викладач

e-mail:alekstdaty1979@gmail.com

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Робота присвячена розробці та дослідженню спостережника частоти обертання електродвигуна приводу ґрунтообробного мотоблоку*

**Постановка проблеми.** Вибір потужності та розробка системи керування електродвигуном є однією з найбільш складних і відповідальних задач, що виникає в процесі створення тягового електроприводу будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, в тому числі і мотоблоків на початковій стадії їх розробки. Одним з найбільш проблемних питань є контроль та регулювання частоти обертання електродвигуна приводу мотоблоку. Використані для цього тахогенератори мають велику масу, похибку та інерційність. Тому розробка спостережника швидкості, що не має вищеназваних недоліків є достатньо актуальною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень.** Заслугує на увагу робота [1], в якій наведено результати дослідження мотоблоків з тяговими асинхронними електродвигунами з короткозамкненим ротором і фазним ротором та двигунами постійного струму з незалежним і послідовним збудженням. Встановлено, що момент швидкості на валу двигуна при оранці ґрунту відрізняється нестабільністю і змінюється в часі на 40-50 %. Крім того, спостерігається коливання моменту опору з амплітудою  $\pm 20$  % від середнього значення. Ефективність мотоблоків з електроприводом постійного струму підтверджено і в роботах [2,3], які присвячені оптимізації експлуатаційних показників мотоблоку та порівняльній техніко-енергетичній оцінці технічного рівня мотоблоків за паспортними даними для мотоблоків з ДВЗ і електроприводом.

**Мета статті.** Метою дослідження є підвищення експлуатаційної надійності системи керування електродвигуном постійного струму в приводі малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку шляхом введення до системи керування спостережника швидкості. Для досягнення поставленої мети були поставлена задача: розробка та дослідження спостережника швидкості електродвигуна приводу мотоблоку.

**Основні матеріали дослідження.** Основною вимогою і критерієм вірного вибору електродвигуна є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочих машин, агрегатів і установок.

Двигун постійного струму приводу мотоблоку отримує живлення від тиристорного перетворювача. Останній має систему управління з класичним підлеглим принципом регулювання - зовнішній контур регулювання швидкості, внутрішній - контур регулювання струму [4].

Об'єктом керування системи є двигун постійного струму (ДПС) незалежного збудження, який можна описати наступними рівняннями

$$M = C_M \Phi I_a; \quad (1)$$

$$E = C_e \Phi \omega; \quad (2)$$

$$I_a = \frac{1}{R_a (T_e p + 1)} (U_a - E); \quad (3)$$

$$\omega = \frac{1}{J_p} (M - M_c), \quad (4)$$

де  $M$  – електромагнітний момент ДПС;

$C_m, C_e$  – конструктивні коефіцієнти ДПС;  
 $\Phi$  – магнітний потік, (оскільки струм збудження незмінний, то  $\Phi = \text{const}$ );  
 $I_a$  – випрямлений струм, (струм якоря ДПС);  
 $\omega$  – кутова швидкість обертання вала ДПС;  
 $p$  – оператор диференціювання;  
 $R_a, T_e$  – активний опір і постійна часу кола якоря ДПС;  
 $U_a$  – випрямлена напруга ТП, (напруга підведена до якоря ДПС);  
 $J$  – момент інерції ДПС и механізму, приведеного до вала ДПС;  
 $M_c$  – момент опору (навантаження), приведений до вала ДПС.  
 На основі рівнянь (1-4) визначимо коефіцієнти спостережника швидкості

$$q_1 = 2\omega_0 - \frac{1}{T_e}; q_2 = \frac{C_m \Phi}{J} - \frac{2\omega_0^2 L_a}{C_e \Phi}; q_3 = \frac{\omega_0^3 L_a J}{C_e \Phi}. \quad (5)$$

Запишемо рівняння спостережника в скалярному виді

$$\dot{\hat{I}}_d = -\frac{1}{T_e} \hat{I}_d - \frac{C_e \Phi}{L_a} \hat{\omega} + \frac{k}{L_a} u - q_1 (\hat{I}_d - I_d). \quad (6)$$

$$\dot{\hat{\omega}} = \frac{C_m \Phi}{J} I_d - \frac{M_c}{J} - q_2 (\hat{I}_d - I_d). \quad (7)$$

$$\dot{\hat{M}}_c = -q_3 (\hat{I}_d - I_d). \quad (8)$$

Таким чином, отримано спостережник (6)-(8) з коефіцієнтами (5) з розподіленням коренів характеристичного рівняння по Батерворту [5].

Проведемо дослідження отриманого спостережника шляхом моделювання в програмі Matlab/Simulink.

В якості об'єкта керування розглянемо двигун постійного струму незалежного збудження 2ПБ132ЛУХЛ4. Параметри регуляторів швидкості і струму визначено використовуючи вбудований тюнер в блок PID Controller. В регуляторах були використані обмеження по мінімальному і максимальному значенню виходу [6]. Моделювання відбувалось наступним чином. В момент часу 1 секунда подавалось завдання на швидкість рівну 50% від номінальної (400 об./хв.). Відбувався розгін двигуна і в момент часу 4 секунди до двигуна прикладався номінальний момент навантаження. В період с 12 по 18 секунду проводилась імітація пробуксовування (величина моменту зменшувалась до величини моменту тертя), потім момент навантаження відновлювався. В момент часу 25 секунд завдання на швидкість змінювалось на 100%, при наявності моменту опору. В період с 32 по 38 секунду знову проводилась імітація пробуксовування с подальшим відновленням моменту навантаження. Результати моделювання струму наведено на рисунку 1, моментів та кутових швидкостей на рисунку 2.



Рисунок 1 - Залежність струму якоря ДПС від часу при дослідження спостережника швидкості обертання

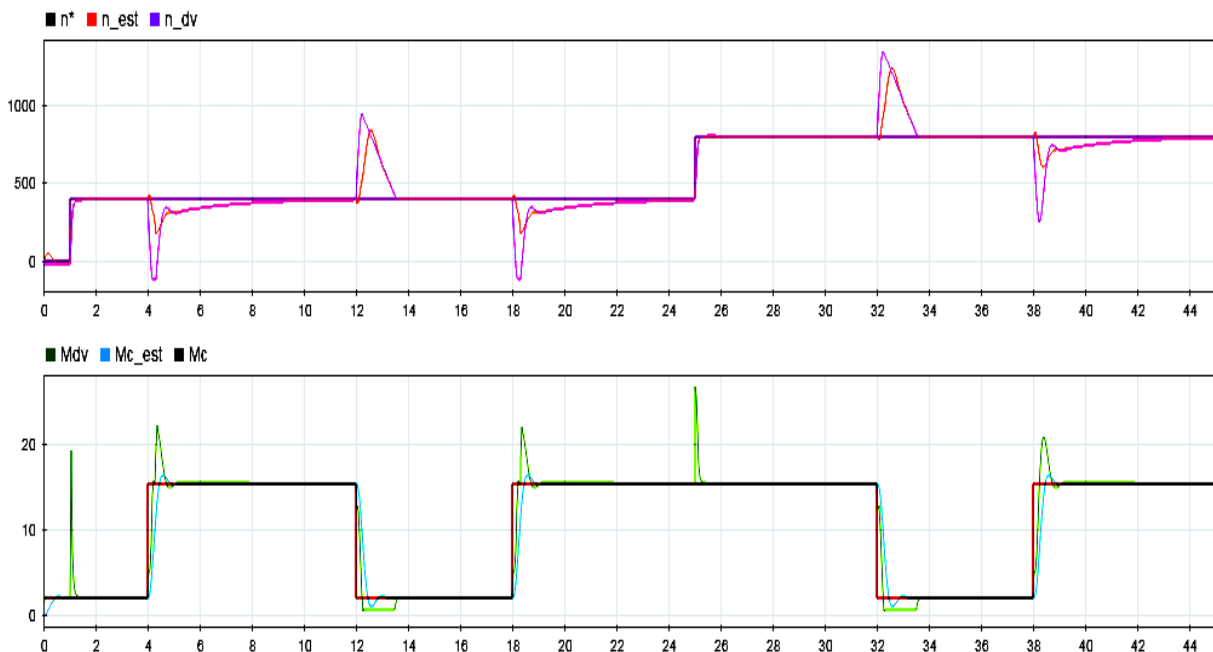


Рисунок 2 - Залежності частот обертання та моментів ДПС від часу при дослідженні спостережника швидкості обертання

Моделювання відбувалось наступним чином. В момент часу 1 секунда подавалось завдання на швидкість рівну 50% від номінальної (400 об./хв.). Відбувався розгін двигуна і в момент часу 4 секунди до двигуна прикладався номінальний момент навантаження. В період с 12 по 18 секунду проводилась імітація пробуксовування (величина моменту зменшувалась до величини моменту тертя), потім момент навантаження відновлювався. В момент часу 25 секунд завдання на швидкість змінювалось на 100%, при наявності моменту опору. В період с 32 по 38 секунду знову проводилась імітація пробуксовування с подальшим відновленням моменту навантаження.

Слід звернути увагу, що всі впливи – зміна швидкості і моменту, проводилися стрибком. Це було необхідно для дослідження якості отриманої системи. Зазвичай в реальних умовах ці впливи відбуваються плавно.

**Висновок.** Моделювання показало високі динамічні характеристики розробленої системи. Використання спостережника дозволяє виключити з системи ненадійний елемент - давач швидкості, при цьому зберігаються всі властивості електромеханічної системи обробітку ґрунту на базі малогабаритного електрифікованого ґрунтообробного мотоблоку.

#### Список використаних джерел

- 1 Корчемний М. Електропривід мобільного агрегату / М. Корчемний, І. Савченко, С. Гусаков// Електрифікація. – 1997. – С. 30-31.
- 2 Ковальов О. В. Оптимізація експлуатаційних показників електромоблоку методом планування експерименту/ О. В. Ковальов, Ю. М. Куценко, М. О. Рубцов, Г. Н. Назар`ян// Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 11, Т.4-Мелітополь ТДАТУ, 2011. – С. 187-200.
- 3 Ковальов О. В. Методика розрахунку та вибору тягового електродвигуна в приводі мотоблока/ О. В. Ковальов// Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету – Вип. 2, Дніпропетровськ: ДДАУ, 2010. – С. 80-84.
- 4 Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства/ Н.Т. Кузовков. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.
5. Потапенко Е.М. Основы теории и методы автоматического управления: учебное пособие/ Е.М. Потапенко, А.Е. Казурова. – Запорожье: ЗНТУ, 2013. – 273 с.
6. Квакуернаак Х. Линейные оптимальные системы управления/ Х. Квакуернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 650 с.



УДК 621.314.21

## ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНКА ДЛЯ НАМОТКИ ТОРОИДАЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СНТ-1,0Р

Гричана А.В., 4 курс  
Чебанов А.Б., к.т.н.

e-mail: lynx.crow@gmail.com  
e-mail: chebanov-ab@yandex.ru

*Таврический государственный агротехнологический университет*

*В статье рассмотрены вопросы распределенной кольцевой намотки тороидальных трансформаторов на станке СНТ-1,0Р.*

**Постановка проблемы.** Тороидальные трансформаторы в промышленности и лабораторных целях получили широкое распространение, начиная с 60-х годов XX века. Это было связано с необходимостью снижения массогабаритных показателей изделий и уменьшения полей рассеяния в условиях высокой плотности монтажа аппаратуры. Но при изготовлении таких трансформаторов имеется сложность намотки провода на замкнутый магнитопровод. Производство таких трансформаторов один из самых трудоемких процессов изготовления электротехнического оборудования, потому что сделать тороидальный трансформатор, без специального моточного оборудования, соблюдая параметры намотки очень сложно. Поэтому, поиск оборудования, которое обеспечит изготовление таких трансформаторов с высоким качеством, является актуальным заданием.

**Анализ последних исследований.** Станки для намотки на тороидальные каркасы являются весьма специализированным оборудованием. Оптимальная производительность достигается при согласовании характеристик станка с наматываемым изделием. В обычном трансформаторе имеются минимум две обмотки с совершенно разными характеристиками: первичная - тонкий провод, большое количество витков и вторичная - толстый провод, небольшое количество витков [1]. При использовании универсальной базы и набора съемных головок, как в станках TOP-2 и VC-STANDARD-PC, существуют два больших минуса. Во-первых, это высокая сложность базы: обеспечение надежной связки с различными головками, избыточная сложность конструкции наматывающей головки, необходимость стыковаться с универсальной базой. Сложность конструкции приводит к высокой стоимости и малой надежности. Во-вторых, в каждый момент времени может выполняться только одна операция, а также выход из строя базы останавливает моточное производство. Поэтому, использование станков, в которых не будет таких недостатков, является актуальным.

**Формулировка целей.** Проанализировать целесообразность использования для тороидальной намотки отдельных станков, изготовленных и настроенных на выполнение определенной операции на примере станка типа СНТ-1,0Р.

**Основные материалы исследования.** Станок тороидальной намотки предназначен для изготовления тороидальных (о-образных) трансформаторов (импульсных, выходных, высоковольтных). Намоточный станок настольный распределенной кольцевой намотки на тороидальные каркасы СНТ-1,0Р, общий вид которого изображен на рисунке 1, предназначен для выполнения намотки на тороидальные сердечники одним или двумя проводами диаметром от 0,2 до 1 мм, принцип действия которого заключается в следующем [2]. Провод предварительно наматывается на шпулю, введенную в каркас катушки, что устанавливается на столе станка и приводится во вращательное движение с помощью двух ведущих и одного поджимного роликов. При медленном повороте каркаса вращается и шпуля, с которой провод сматывается на каркас. Станок должен быть настроен так, чтобы после укладки одного витка каркас поворачивался на величину шага намотки. Шпуля станка представляет собой систему двух колец, вставленных одно в другое. Кольца имеют вынимающийся сектор, посредством которого в шпулю заводится тороидальный каркас. Вращение колец шпули производится от электродвигателя через ременную передачу, шестерни и шестерню, укрепленную по окруж-

ности колец шпули. Каркас крепится в зажимном устройстве при помощи трех пружинных самоцентрирующихся роликов. Ролик имеет кинематическую связь со шпулей посредством передаточного механизма, благодаря этому за один оборот шпули каркас поворачивается на угол, равный шагу намотки. Кинематическая связь осуществляется от шестерни через эксцентрик, кулисный механизм, червячную пару. Перед началом работы на шпулю станка наматывают определенное количество провода, необходимое для изготовления обмотки (провод подается с питающей катушки). После этого конец провода закрепляют на каркасе, и станок включают на рабочий ход, во время которого провод сматывается со шпули и укладывается на каркас. Натяжение провода, необходимое для плотной укладки витков и высокой повторяемости в серии на тороидальном сердечнике, обеспечивается тормозным устройством, которое можно настроить под каждый типоразмер шпули и каждый диаметр провода.

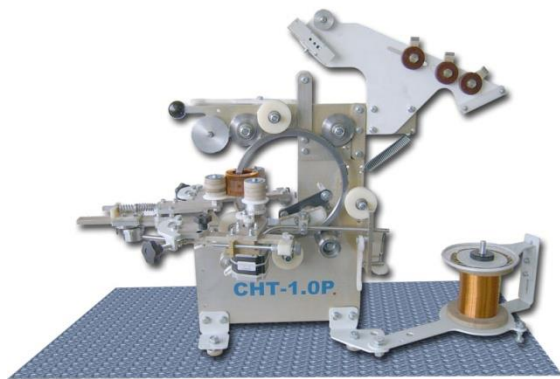


Рисунок 1 – Общий вид станка для тороидальной намотки СНТ-1,0Р

наточки, когда 0,1...0,9 каждого витка на катушке наматывается с одной скоростью, а оставшаяся часть витка – с другой, обеспечивает равномерность нагрузки на тор, увеличивая производительность на 30%. Отказ от универсальности позволил использовать простые и надежные решения, поднимающие производительность и качество намотки и снижающие цену.

**Вывод.** В работе предложено для намотки тороидальных трансформаторов использовать станок СНТ-1,0Р.

#### Список использованных источников.

- 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.

УДК 631.2

## ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ТЕПЛИЦІ

Мараховський В.Б., 2С курс

e-mail:marakhovsky@ukr.net

Речина О.М., інженер

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

Таврійський державний агротехнологічний університет

*В статті розглянуто способи підтримки оптимального температурного режиму в теплиці засобами вентиляції та запропоновано конструкцію пристрою автоматичного регулювання температури з термомеханічним приводом у вигляді термочутливого елемента з титанонікелевомідного сплаву з ефектом пам'яті форми.*

**Постановка проблеми.** Агротехнологія вирощування тепличних культур - складний і трудомісткий процес, що вимагає точної підтримки параметрів мікроклімату: освітлення, температури і вологості повітря, ґрунту. Запорукою формування оптимальних умов життя рослин є автоматизація цих процесів.

**Аналіз останніх досліджень.** Швидкість освоєння поживних речовин рослинами безпосередньо залежить від температури повітря і ґрунту в теплиці або парнику. Про правильний температурний режим свідчить добре розвинена коренева система рослин, розвитку якої сприятимуть приблизно однакові та вищі за 10°C температури повітря вдень та вночі [1]. Дієвим способом регулювання температури в теплиці є вентиляція.

Серед пристроїв автоматичного регулювання температури в теплиці засобами вентиляції розрізняють:

- електричні пристрої автоматичного провітрювання;
- гідравлічні системи автоматизації провітрювання;
- біметалеві пристрої облаштування вентиляції;
- квартирки-автомати [2].

Електричні пристрої автоматичного провітрювання конструктивно складаються з термореле та вентилятору. Подібна система дозволяє достатньо точно виставляти параметри вмикання та відключення обладнання. Трохи ускладнивши конструкцію можна забезпечити ступінчасте або плавне регулювання продуктивності вентилятора в залежності від температури всередині теплиці. Недоліком системи є залежність від наявності електричної мережі та складний монтаж приводів для автоматичного відкривання або закриття вентиляційних фрамуг.

Гідравлічні системи автоматизації провітрювання діють за принципом сполучених посудин, одна з яких знаходиться в теплиці і з'єднана з системою важелів та фрамугою. Друга - встановлена ззовні теплиці. Підвищення температури в теплиці призводить до розширення рідини всередині першої посудини, яка через систему важелів відкриває квартиру. Ємність, розташована ззовні споруди, компенсує тиск, пригальмовуючи різке відкриття квартирки. Така автоматизація вентиляції створює ефективне природне провітрювання теплиці, яка достатня для підтримки потрібного температурного балансу. Крім того, плюсом системи є простота конструкції, відносна дешевизна та повна енергонезалежність. Основним недоліком є значна інерційність системи, що при швидкому підвищенні температури призведе до перегріву повітря і загибелі врожаю.

У біметалевих пристроях облаштування вентиляції механізм відкривання квартирок складається з важеля і двох пластин, які мають різний коефіцієнт теплового розширення. При підвищенні температури одна з пластин вигинається, і штовхаючи важіль відкриває квартиру. При зниженні температури пластина повертається у вихідне положення і квартира закривається. Недоліком системи є складність розрахунку кута вигинання пластини відповідно до зміни температури та мала потужність пристрою.

Квартирка-автомат складається з масляного циліндра і поршня, який виступає в ролі штовхача фрамуги. При нагріванні масло в циліндрі розширюється і виштовхує поршень,

який відкриває фрамугу. Перевагою системи є легкість монтажу, до недоліків слід віднести високу вартість механізму.

**Мета статті.** Розробити надійний, енергонезалежний, потужний пристрій автоматичного регулювання температури в теплиці засобами вентиляції.

**Основні матеріали дослідження.** На сьогодні відомі сплави з особливими функціональними властивостями - ефектом пам'яті форми (ЕПФ), що характеризується двома величинами: маркою сплаву із чітко витриманим хімічним складом і температурами мартенситних перетворень. ЕПФ елементи можуть бути використані в термомеханічних приводах для регулювання температури повітря в теплиці. При цьому функції датчика температури і виконавчого органу можуть бути об'єднані в одному елементі, виконаному з ЕПФ сплавів.

Конструкція пристрою автоматичного регулювання температури в теплиці представлена на рисунку 1 [3].

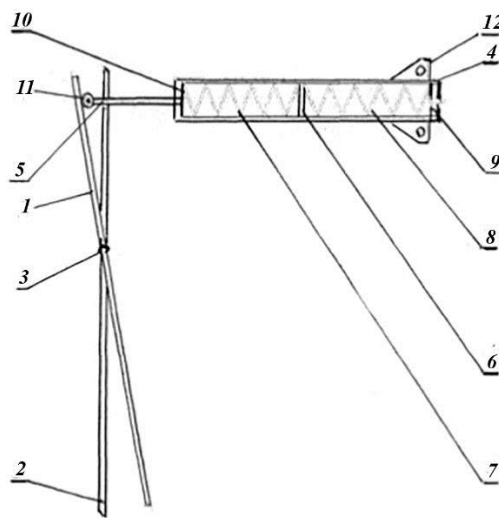


Рисунок 1 - Будова пристрою автоматичного регулювання температури в теплиці

Пристрій автоматичного регулювання температури в теплиці складається з поворотної рами 1, установленної в нерухомому каркасі 2 на горизонтальній поворотній осі 3, що розташовується вище центра ваги поворотної рами. У горизонтально розташованому нерухомому циліндричному корпусі 4, виконаного з теплопровідного матеріалу, розташований привідний шток 5 з упорним диском 6, який перпендикулярно закріплений між контрпружиною 7 і ЕПФ пружиною 8. Корпус 4 закритий з обох торців регулювальними різьбовими кришками 9, 10 з отворами в центрі під привідний шток 5, на кінці якого розташовано упорний ролик 11. За допомогою кріпильних елементів 12 пристрій монтується на раму теплиці.

Принцип роботи пристрою автоматичного регулювання температури в теплиці заснований на зміні жорсткості ЕПФ пружини при зміні температури в теплиці. ЕПФ пружина виконана на основі титан-нікель-мідного сплаву при наступному співвідношенні компонентів:  $Ti_{44,93} Ni_{55,07-x} Cu_x$  ( $x=10,64...14,15$ ). Функціональні елементи на базі цих сплавів дають можливість розробляти термомеханічний привід з плавним ходом в межах  $10...15^{\circ}C$  в діапазоні  $20...50^{\circ}C$ . Жорсткість ЕПФ пружини і контрпружини підібрані таким чином, що при температурі  $20^{\circ}C$  поворотна рама знаходиться в положенні "закрито". При підвищенні температури жорсткість ЕПФ пружини зростає, вона давить на упорний диск, що викликає стискання контрпружини. При цьому привідний шток рухається в напрямку поворотної рами та тисне на неї упорним роликом і повертає раму в положення "відкрито". Положення "відкрито" досягається при температурі  $40^{\circ}C$ . В діапазоні  $20...40^{\circ}C$  поворотна рама займає проміжне положення, повний кут повороту рами визначається робочим ходом приводного штоку, а останній - співвідношенням жорсткості ЕПФ пружини і контрпружини. При зниженні температури жорсткість ЕПФ пружини знижується, і поворотна рама під дією ексцентричної сили від власної ваги і контрпружини починає плавно повертатися у положення "закрито".

Довжину  $L_0$  приводу в початковому стані можна визначити за виразом:

$$L_0 = L_E + L_y, \quad (1)$$

де  $L_E$  і  $L_y$  - відповідно початкова довжина ЕПФ пружини і контрпружини.

Для установки приводу у робоче положення необхідно при температурі середовища нижчої за температуру закінчення прямого мартенситного перетворення задати його попередню осадку  $\Delta L$ .

$$\Delta L = \lambda_m + \lambda_y^m, \quad (2)$$

де  $\lambda_m, \lambda_y^m$  - відповідно осадка ЕПФ пружини і контрпружини.

При температурі середовища вищої за температуру закінчення зворотного мартенситного перетворення осадки ЕПФ пружини і контрпружини визначаються за виразами, відповідно:

$$\lambda_A = \lambda_m - L_{PX}, \quad (3)$$

$$\lambda_y^A = \lambda_y^m + L_{PX}, \quad (4)$$

де  $L_{PX}$  - робочий хід приводного штока.

Осадку ЕПФ пружини і контрпружини через жорсткість визначаються за виразами, відповідно

$$\lambda_y^m = \frac{\Delta L C_m}{C_m + C_y} \quad (5)$$

$$\lambda_A = \frac{\Delta L C_y}{C_A + C_y}, \quad (6)$$

де  $C_A, C_m, C_y$  - відповідно жорсткість ЕПФ пружини (при прямому та зворотному мартенситному перетворенні) та контрпружини.

Довжину робочого ходу приводного штоку розраховують:

$$L_{PX} = \Delta L \left( 1 - \frac{C_m}{C_m + C_y} - \frac{C_y}{C_A + C_y} \right). \quad (7)$$

Якщо використовувати готову ЕПФ пружину, то максимальну величину робочого ходу приводного штока можливо регулювати зміною параметра контрпружини. Оптимальну жорсткість контрпружини отримуємо за формулою:

$$C_y^{opt} = \sqrt{C_A C_m}. \quad (8)$$

Функціональні характеристики ЕПФ елементів можуть бути визначені експериментально або аналітично, а оптимальна жорсткість контрпружини відрегульована на місці монтажу термомеханічного приводу.

**Висновок.** Запропонований пристрій автоматичного регулювання температури в теплиці має просту конструкцію, надійний та забезпечує плавне регулювання відкриття фрамуг в широкому діапазоні робочих температур.

#### Список використаних джерел.

1. Якушкина Н.И. Физиология растений: он-лайн энциклопедия. / Н.И. Якушкина, Е.Ю. Бахтенко // [Электронный ресурс] – Москва, 2010-2013 – Режим доступа: <http://fizrast.ru/razvitie/rost/vneshnii-usloviya.html> - Влияние внешних условий на рост растений. - Дата перегляду: 20.04.2018г.

2. Апрельев Е. Система вентиляции теплиц: все способы решения данной задачи / Е. Апрельев // [Электронный ресурс] – Вентиляция профи - 2018. – Режим доступа: <http://ventilationpro.ru/estestvennaya-ventilyatsiya/sistema-ventilyacii-teplic-vse-sposoby-resheniya-dannoj-zadachi.html> – Дата перегляду: 20.04.2018г.

3. Патент 117783 Україна, МПК А01G 9/14. Пристрій автоматичного регулювання температури в теплиці / В.Я. Жарков, А.В. Жарков, О.М. Речина та ін.- № u201700232; заявл. 1.01.2017; опубл. 10.07.2017, Бюл.№13 - 7 с.

УДК 631.3-83(075.8)

## СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДРОБАРКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ

**Федькін В.А., студент 42 ЕН**

**Квітка С.О., к.т.н., доцент**

Таврійський державний агротехнологічний університет,

*Робота присвячена удосконаленню системи керування електроприводом  
дробарки концентрованих кормів.*

**Постановка проблеми.** В теперішній час у сільськогосподарському виробництві експлуатується більш ніж 300 типів робочих машин та агрегатів з електроприводом і майже кожна з них має свої відмінності в приводних характеристиках, режимах роботи, системах керування. З них значну частину займають електроприводи з важкими умовами пуску. До них відносяться, зокрема, дробарки концентрованих кормів. Електроприводу з асинхронними двигунами притаманні мала керованість і низькі динамічні властивості. Мала керованість обумовлена не тільки неможливістю зміни швидкості в широкому діапазоні при постійній частоті струму мережі, але й важкістю реалізації режимів плавного пуску зокрема [1].

**Аналіз останніх досліджень.** Способи покращення динамічних показників електроприводу можна поділити за кількома напрямками: вдосконалення процедур вибору потужності приводних двигунів для конкретних машин; створення спеціальних додаткових технічних засобів, які забезпечують вплив на електромагнітні перехідні процеси та дозволяють покращити динамічні показники електроприводів; перехід від нерегульованого електроприводу до регульованого [1, 2].

**Мета статті.** Реалізація режиму плавного пуску електродвигуна приводу дробарки концентрованих кормів для запобігання пошкоджень робочих органів, передавальних пристроїв та покращення динамічних показників електроприводу.

**Основні матеріали дослідження.** Електропривод дробарок має ряд суттєвих особливостей, які слід враховувати при його проектуванні та експлуатації.

1. Значні споживані потужності.
2. Випадковий характер навантаження, широкі межі коливання споживаної потужності, які викликані неоднорідністю подрібнюваного продукту.
3. Необхідність безперервного або періодичного контролю струму навантаження електродвигуна. Це дає можливість зменшити перевантаження і недовантаження, завдяки чому знижується питома витрата електроенергії.
4. Великі моменти інерції робочих органів приводних машин і, як наслідок, великі коефіцієнти інерції системи. Цим спричиняється значний час пуску електроприводу і виникає загроза перегрівання двигуна.

Одним з можливих шляхів підвищення керованості і покращення динамічних властивостей асинхронного електропривода є вплив на електромагнітні перехідні процеси. Поява і швидкий розвиток сучасних технічних засобів керування: тиристорних пускачів, пристроїв плавного пуску, перетворювачів частоти обумовлює зменшення відсотка некерованих електроприводів. Тому, в системі керування електроприводом дробарки концентрованих кормів пропонується використання пристроїв плавного пуску.

Схема керування електроприводом дробарки концентрованих кормів наведена на рисунку 1.

Для плавного пуску електродвигуна М2 приводу дробарки в схемі застосовується пристрій плавного пуску електродвигуна А1 ProstarPRS2. Пуск електродвигуна відбувається при пониженої напрузі при поступовому її збільшенні до номінального значення. При досягненні напруги номінального значення, після запуску електродвигуна М2 пристроєм плавного пус-

ку, вмикається шунтуючий електромагнітний пускач КМ2, через силові контакти якого отримує живлення електродвигун М2. Одночасно за допомогою допоміжного контакта пускача КМ2 напруга подається на автоматичний регулятор завантаження (АРЗ) А2 та електромагнітну муфту YA1.

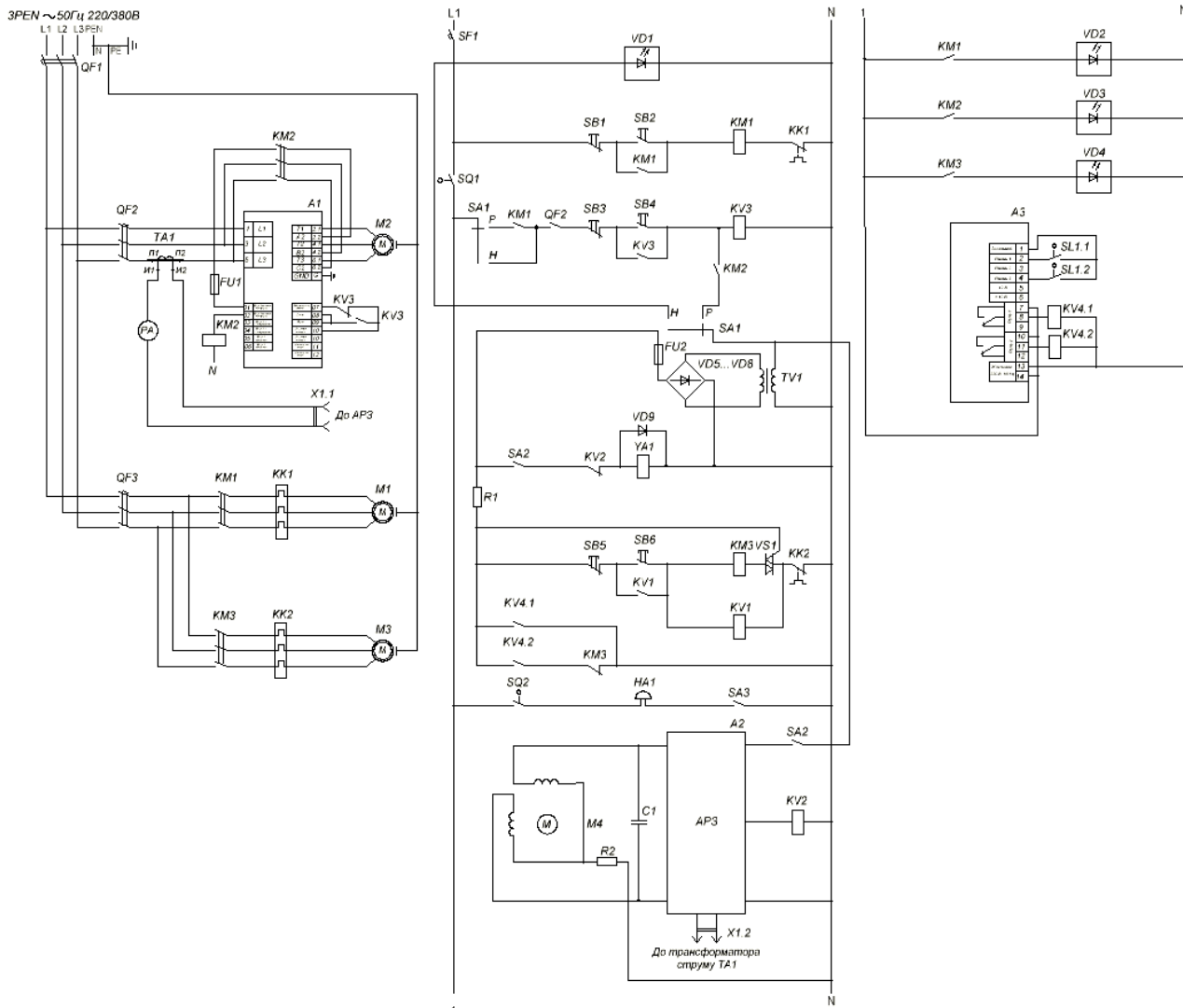


Рисунок 1 – Схема керування електроприводом дробарки концентрованих кормів

**Висновки.** Для сільськогосподарських машин, для яких час перехідних процесів складає велике значення, керування перехідними процесами під час пуску набуває особливого значення. Реалізація режимів плавного пуску пов'язана з незадовільною динамікою пуску двигунів – різкими і значними коливаннями моменту та швидкості в початковий момент процесу, що може призвести до пошкоджень робочих органів, передавальних пристроїв.

### Список використаних джерел

1. Фираго Б.И. Теория электропривода: Учеб. пособие / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. – Мн. : ЗАО «Техноперспектива», 2004. – 527 с.
2. Шебуняев О.В. Моделирование энергетических и динамических показателей асинхронных электроприводов сельскохозяйственных 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.
3. Электропривод сельскохозяйственных машин, агрегатов та потоковых линий : підручник / Є.Л. Жулай [та ін.] ; за ред. Є.Л. Жулая. – К. : Вища освіта, 2001. – 288 с.

**СЕКЦІЯ 5.  
ПРОЦЕСИ, МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ В АПК**



УДК 631. 363

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ СУШІННЯ СИПКИХ РЕЧОВИН

**Яшний Д.І., магістрант**

**Мілько Д.О., д.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Робота присвячена аналізу сучасного стану галузі кормоприготування зокрема сушіння кормових компонентів. Якість тривалого зберігання кормових компонентів залежить від вхідної вологості, тому у даній статті розглянуті питання сушіння із застосуванням передових технологій.*

**Постановка проблеми.** Забезпечення якісними кормами тварин є одним з головних завдань для отримання продукції високої якості та невеликої собівартості. Однією з проблем збереження якості є підвищена початкова вологість, яка не дозволяє зберігати кормові компоненти тривалий період. Тому зниження вологості концентрованих кормових компонентів є дуже важливим елементом прибуткового виробництва.

**Аналіз останніх досліджень.** Сушіння зернових продуктів, як технологічний прийом, відоме з давніх часів як захід, що запобігає псуванню зерна, яке не знаходило тимчасового збуту і його необхідно було привести до стійкого стану для довгострокового зберігання [ 1, 2, 3].

Сучасна технологія зерносушіння базується, в основному, на методі теплового сушіння, коли волога із зерна видаляється на його поверхню, а з поверхні випаровується в навколишнє середовище. Тобто в основі способу лежить принцип використання теплоти для переведення води з рідкого стану в газоподібний, що пов'язано із значними витратами теплоти.

Аналіз способів теплового сушіння зернових продуктів подано в узагальнюючих роботах багатьох авторів: А.С. Гінзбурга, В.І. Жидко, А.П. Гержоя і В.П. Самочетова, С.Д. Птицина, М.І. Маліна, В.І. Атаназевича, А.Е. Баума, Л.Д. Комишніка, Г.М. Станкевича, Ю.О. Чурсинова та інших.

У різні роки проходили випробування і виробничу експлуатацію такі методи теплового сушіння зерна:

- сушіння випромінюванням (в тому числі і штучними ІЧ променями);
- нагрівання зерна тепловими променями від нагрітих до різної температури поверхонь, що не мають безпосереднього контакту із зерном [4]; до цього способу відноситься і сонячне сушіння;
- кондуктивний (або контактний) - передача теплової енергії зерну, яке здійснюється від нагрітої поверхні, на якій воно знаходиться;
- електричний – токами високої (ВЧ) або надвисокої (СВЧ) частоти;
- сублімаційний (молекулярне сушіння) – в умовах глибокого вакууму, при інфрачервоному (ІЧ) або СВЧ енергопідведенні [5];
- конвективний - теплота (енергія) для нагріву зерна передається від нагрітого сушильного агенту [4, 5].

Із зазначених способів сушіння зерна і насіння сільськогосподарських культур найбільш широке застосування знайшов конвективний спосіб, як такий, що найбільш задовольняє технологічні і техніко-економічні вимоги виробництва і найбільш просто реалізується у промислових зерносушарках.

У світовій практиці застосовують нові методи сушіння зерна: зневодненим повітрям, адсорбційно-конвективним способом, ВЧ- та ІЧ- випромінюванням, використанням вакууму та ін.

Серед альтернативних нетрадиційних методів зерновмісної суміші можна виділити застосування нагрітих адсорбентів [6]. У Канаді з успіхом пройшли випробування адсорбцій-

ного методу сушіння зерна із застосуванням як теплоносія нагрітого піску, солі та бентонину (вид глини для відбілювання). Оптимальний вміст суміші: 1 т піску або солі на 3 т зерна, або 1 т бентоніта на 1т зерна. Продуктивність обладнання для сушіння становить 5 т/год., але розробляються і більш потужні. В порівнянні з тепловим сушінням нагрітим повітрям в адсорбційній сушарці зерно висушується в 5-10 разів швидше, а енерговитрати, при цьому на 20% нижчі. В Індії для зниження вологості рису-сирця запропоновано сушіння зерна (вологістю до 21%) в суміші з гарячим піском при температурі 95...155<sup>0</sup>С протягом 15 хвилин, з наступним витримуванням 1,5-2 год. У металевому контейнері без охолодження.

**Формулювання цілей статті.** Приймаючи до уваги проведенний аналіз слід вказати на перспективність використання фізико-механічних властивостей природніх матеріалів. Тому основою створення новітніх засобів повинно бути розроблено на основі вивчення та визначення фізичних властивостей матеріалів, які підлягають зневодненню.

**Основна частина.** Враховуючи потреби, для яких планується використання висушеного матеріалу, слід вказати на розбіжності в технологічних режимах для різних продуктів. Але загальна технологічна схема лінії сушіння та приготування кормових гранул буде виглядати наступним чином (рис. 1).

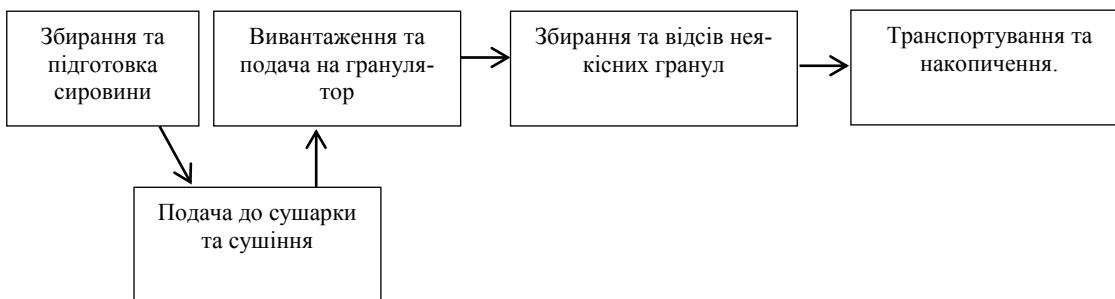


Рисунок 1 - Технологічна схема процесу виробництва кормових гранул

На представленій схемі відсутня операція бактеріологічного знезараження, враховуючи той факт, що вихідні гранулі при згорянні знешкодять патогенну мікрофлору.

На представленій схемі відсутня операція бактеріологічного знезараження, враховуючи той факт, що вихідні гранулі не мають бактеріологічної та хімічної забрудненості.

На відміну від попередньої схеми, спрощена технологія виробництва кормової сировини буде виглядати наступним чином (рис. 2).

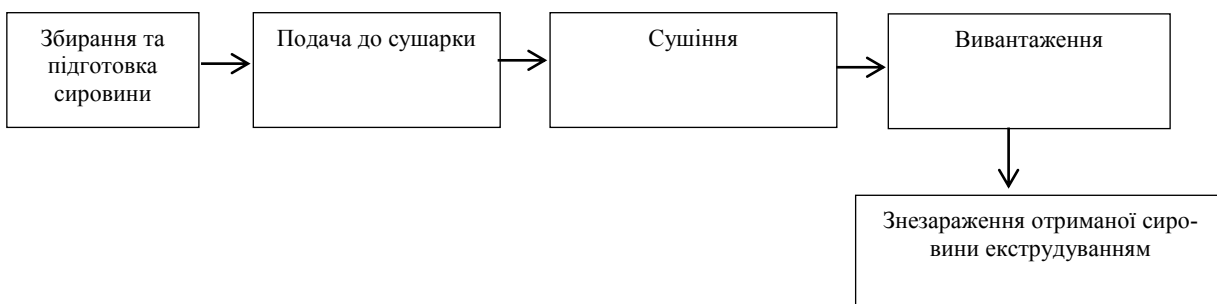


Рисунок 2 - Технологічна схема процесу виробництва кормової сировини

Представлена на рис. 2 технологічна схема є достатньо умовною, оскільки знешкодження може відбуватися як в процесі збирання та підготовки сировини, так і безпосередньо в процесі екструдування, при певних параметрах. Оскільки тертя сировини всередині екструдера можна використати як джерело тепла для знешкодження патогенної мікрофлори.

Для покращення процесу сушіння нами можна запропонувати конструктивне доопрацювання барабанної сушарки, встановленням додаткових внутрішніх лопатей, що дозволя-

ють збільшити час контактування теплоносія із зерновмісним продуктом, який підлягає зневодненню.

За основну наукову гіпотезу слід вважати використання різної геометрії барабану сушарки та застосування різної форми лопатей, що дозволяє підвищити термін контакту теплоносія із зерновмісною сумішшю та контролювати її фізико-механічні показники.

**Висновки.** Застосування фізико-механічних властивостей природних матеріалів дозволяє створити енергозберігаючі технології, які підвищують конкурентоспроможність продукції і знижують її собівартість надаючи більше можливостей підвищити прибутковість галузі.

### Література

1. *Анискин В.И.* Консервация влажного зерна. / *В.И. Анискин* - М.: Колос.-1968.-286с.
2. *Гинзбург А.С.* Сушка пищевых продуктов в кипящем слое. / *А.С. Гинзбург, В.А. Резчиков* – М.: Пищевая промышленность. – 1966. – 106с.
3. *Боуманс Г.* Эффективная обработка и хранение зерна / *Г. Боуманс Пер. с англ. В.И. Дашевского.* – М.: Агропромиздат, 1991. – 608 с.
4. *Гарькавий А.Д.* Методом активного вентильовання / *А.Д.Гарькавий, М.П. Камінський, Д.Г. Кондратюк* //Механізація сільського господарства, 1988. - №5. – С.22.
5. *Остапчук Н.В.* Эффективности сушки зерна. / *Н.В. Остапчук, А.Б. Шашкин, В.Д. Каминский* – К.: Урожай, 1988. – 132 с.
6. *Загоруйко В.А.* Моделирование и метод расчёта кинетики процесса сушки зернистых материалов. / *В.А. Загоруйко, Ю.И. Кривошеев, А.В. Соколовская* // Промышленная теплотехника. – 1980.- Т. 2. - №2. – С.81-90.

УДК 631.126

## БІОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА

Сеттаров С.У., магістрант

Болтянська Н.І., к.т.н., доцент

e-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті висвітлені біологічні технології переробки відходів тваринництва.*

**Постановка проблеми.** Тваринницькі відходи забруднюють поверхневі водойми, підземні води й ґрунт. Внаслідок цього велика кількість біогенних елементів надходить у ці джерела. При цьому в природних водоймах гнойова рідина викликає масове отруєння водних організмів. У воді різко зростає кількість аміаку і зменшується вміст кисню. Таким чином, існує необхідність розробки шляхів утилізації й раціонального використання відходів тваринництва [1].

**Аналіз останніх досліджень.** В Україні близько 45 тис. ферм і комплексів тваринництва. Це зумовлює річний вихід гною близько 900 млн. м<sup>3</sup>; у ньому міститься до 1,5 млн. т азоту, не менш як 10 % його надходить у природні водойми. Очисні споруди або зовсім відсутні, або неспроможні переробити й раціонально використати великий обсяг гною, особливо рідкої консистенції. Гідравлічний спосіб видалення гною з ферми переважає, але поблизу них доводиться створювати спеціальні відстійники, а вони також є серйозними забруднювачами довкілля [1-3].

**Формулювання цілей статті.** Висвітлити біологічні технології переробки відходів тваринництва.

**Основна частина.** Існує багато різновидів біологічних технологій переробки відходів тваринництва, основні з них представлені на рис. 1.

Біологічні методи знезараження стічних вод ґрунтуються на хімічному окисленні органічних речовин і пригніченні або знищенні патогенних мікроорганізмів активним мулом чи плівкою. Мікроорганізми, що містяться в субстраті, в присутності кисню переводять органічні речовини в мінеральні сполуки. Органічні речовини використовуються мікроорганізмами для життєдіяльності і як пластичний матеріал для збільшення маси. Процеси окислення та інактивації протікають у спеціальних спорудах - біологічних фільтрах, аеротенках, біологічних ставках, на полях зрошення і фільтрації [4, 5].

Одним із шляхів раціонального використання енергії рідкого гною тваринницьких ферм є його метанове зброджування, при якому знешкоджуються стоки, утворюється біогаз (метан), і зберігається гній як органічне добриво.

Нині вже підраховано, що кожна корова може забезпечити електричне освітлення невеликого приміщення протягом 10 тис. год. Цей напрям утилізації гною в умовах поступового виснаження традиційних енергетичних ресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) має особливо велике значення.

Метанове зброджування рідких гнойових стоків відбувається у біогазових станціях, в яких за рахунок анаеробної біоконверсії тваринницьких відходів, а також рослинних решток одержують біогаз метан і органічне добриво. Біогазова станція (рис. 2) виробляє біогаз і біодобрива з біовідходів сільського господарства, харчової промисловості, а також із спеціально вирощених енергетичних культур шляхом безкисневого бродіння (анаеробного зброджування).

Промислова біогазова станція – це будівельний об'єкт, в якому частка устаткування складає 50...60%. Принципово – це закриті реактори, виконані з монолітного залізобетону або сталі з покриттям. Більшість видів сировини можна змішувати. Відмінність лише в пристроях завантаження сировини. Для твердих видів сировини – це шнекові завантажувачі, для

рідких – приймальні резервуари з насосною станцією. Конструкція модульна з діаметром 8...24 м і до 9 м заввишки. При збільшенні потужності збільшується кількість реакторів.

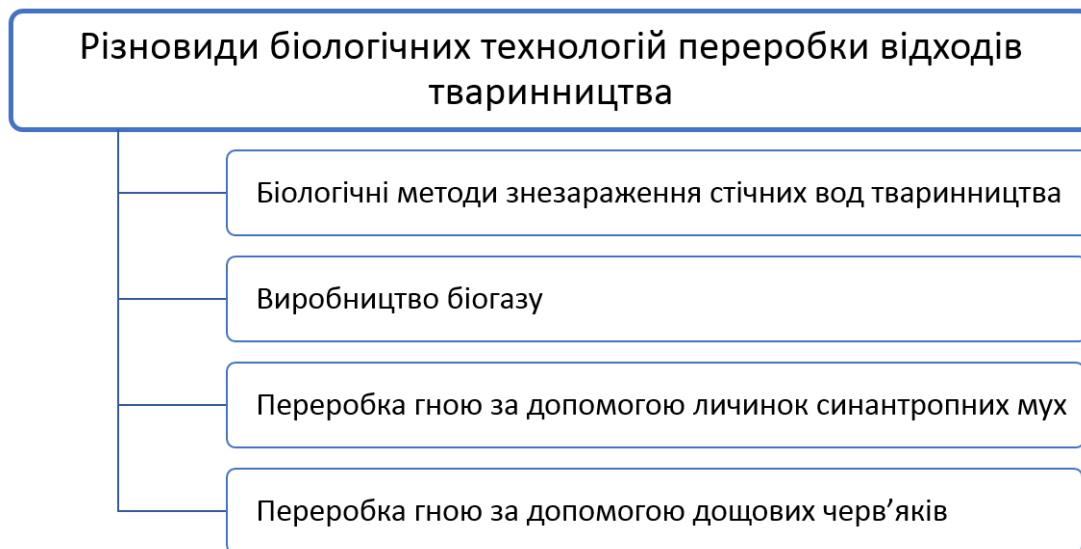


Рис. 1. Різновиди біологічних технологій переробки відходів тваринництва

При виробництві біогазу властивості гною як добрива зберігаються в так званому шламі, який виявляється більш цінним і ефективним добривом, ніж гній. Біодобриво, що виробляється в біогазових установках, підвищує урожайність пшениці, жита, цукрових буряків, картоплі та інших культур на 35—40% порівняно з врожайми тих же культур, одержаних на полях, удобрених необробленим рідким гноєм.

Одним із шляхів утилізації гною і повернення частини його поживних речовин тваринництву є одержання з нього білкових продуктів.

В екскрементах тварин міститься велика кількість органічних добрив, здатних служити поживним субстратом для різних мікроорганізмів: бактерій, дріжджів, пліснявих грибів, мікроскопічних, водоростей, а також личинок мух і дощових черв'яків. Кормові продукти, що одержують внаслідок біотехнологічної переробки гною, суттєво відрізняються від нього. Так, одержана з рідкої фракції гною у ферментах різного типу суха біомаса термофільних бактерій містить близько 55% протеїну.

Останнім часом все більше уваги приділяють переробці гною за допомогою личинок синантропних мух і особливо дощових черв'яків.

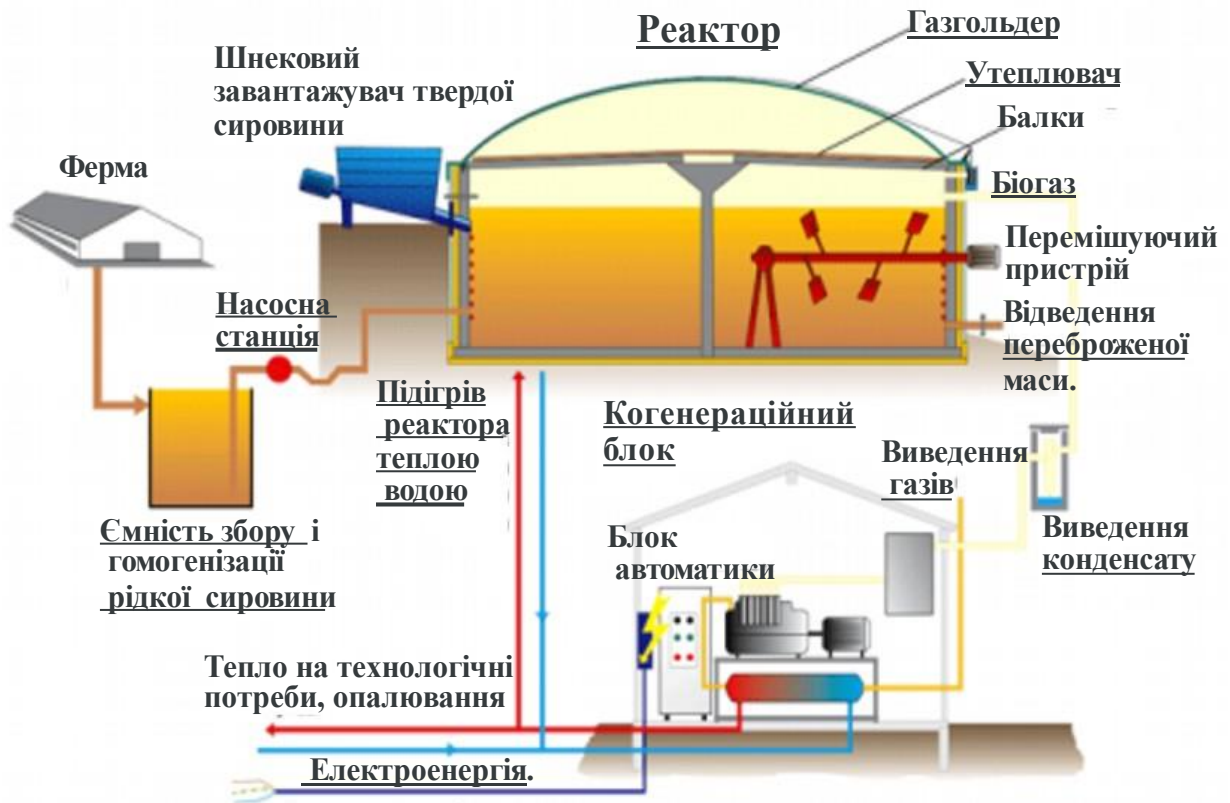


Рис. 2 – Схема біогазової установки для переробки біовідходів ZORG

### Висновки.

Якщо комплексно підійти до проблеми утилізації органічних відходів, то можна досягти цілком безвідходного виробництва отримуючи такі продукти: електроенергія (біогаз), біогумус, білок тваринного походження (червоний каліфорнійський черв'як), біомаса водоростей (спіруліна) і інші продукти залежно від умов та потреб господарств.

Таким чином, біологічні технології переробки відходів тваринництва — важлива і захоплююча галузь сільськогосподарського виробництва, що тільки зароджується.

### Література

1. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; За заг. ред. В.Г. Герасименка. – К: Фірма «ІНКОС», 2006. – 647 с.
2. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
3. Герасименко В.Г. Біотехнологія. – К.: Вища школа, 1989. – 342 с.
4. [http://www.agromage.com/stat\\_id.php?id=573](http://www.agromage.com/stat_id.php?id=573)
5. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія: Навчальний посібник. - Полтава.-2008.- 255 с.

УДК 62.144.3

## ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

**Калита М.П., магістр**

**Болтянський О.В., к.т.н.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Розглянуто вдосконалення газорозподільного механізму (ГРМ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) шляхом застосування індивідуальних приводів клапанів*

**Постановка проблеми.** У світі експлуатується близько 1 мільярда автомобілів. В Україні в останні роки спостерігається стрімке зростання кількості автомобілів - зареєстровано понад 1 млн. вантажних та близько 3 млн. легкових автомобілів.

Автомобільний транспорт – одне з найпотужніших джерел забруднення атмосфери. Саме відпрацьовані гази автомобілів спричиняють від 80 % до 90 % забруднення атмосфери в містах [1].

Досліджено, що несправності бензинових двигунів збільшують викиди на 15-50 %, а дизельних – на 20-100 %. Зростаючі вимоги до зменшення токсичності викидів, економії палива, підвищення енергетичних показників двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) автомобілів вимагають удосконалення механізму газорозподілу. Роботи в цьому напрямку ведуться безупинно.

**Аналіз останніх досліджень.** В двигунах внутрішнього згорання традиційної схеми фази газорозподілу жорстко пов'язані з положенням колінчатого вала. В кожному двигуні вони задаються конструкцією механізму газорозподілу і не можуть змінюватися в процесі роботи. Фази підбираються дослідним шляхом на етапі доопрацювання робіт, виходячи з середніх параметрів. Такий підхід не дозволяє оптимізувати робочий процес двигуна на всіх можливих режимах його роботи.

В даний час в автомобілебудуванні все частіше застосовуються двигуни із змінними фазами газорозподілу (ФГР) і висотою підйому клапана. Застосування таких систем дозволяє поліпшити експлуатаційні показники двигуна, такі, як витрата палива, динамічні і екологічні характеристики. Огляд сучасних ДВЗ зі змінними ФГР і висотою підйому клапана представлений в [2], де зроблено висновок про те, що найбільш перспективним методом управління роботою клапанів є застосування електромагнітного приводу (ЕМП) [3]. Даний тип приводу найбільш гнучкий в управлінні. Він дозволяє з високою швидкістю, з великою точністю і в великих межах змінювати величину і тривалість підйому клапана.

**Формулювання цілей статті.** Розглянути можливість вдосконалення ГРМ двигунів внутрішнього згоряння шляхом застосування індивідуальних приводів клапанів.

**Основна частина.** З усуненням постійного кінематичного зв'язку між клапанами ГРМ і колінчастим валом двигуна з'являється можливість автоматичного регулювання фаз газорозподілу. Безпосереднє керування клапанами за допомогою електромагнітних приводів дозволяє одержати індивідуальне керування кожним клапаном ГРМ, незалежно від кута повороту колінчастого вала. Рух клапана є функцією від часу й не залежить від частоти обертання. Характеристики ходу є повністю релевантними стосовно колінчатого вала.

Конструкція ЕМП (рис. 1) містить два ЕМ, установлених у загальному циліндричному корпусі 1. Кожний ЕМ має броньову магнітну систему, що утворена зовнішнім чашоподібним магнітопроводом 2, концентратором магнітного поля в робочому повітряному зазорі 4 і утримуючим постійним магнітом 3. Загальний для обох ЕМ якір 5 жорстко закріплений на штоку 6, що діє на клапан ГРМ. На нижньому кінці штока 6 за допомогою запірнього кільця 8 установлена пружина 7, що по своїх характеристиках ідентична клапанній пружині й ство-

рює зусилля протилежне останньої. Під дією цих пружин в основному здійснюється рух якоря й усього клапанного механізму в межах його ходу. Електромагніти утримують клапан у крайніх положеннях і забезпечують необхідний закон його переміщення.

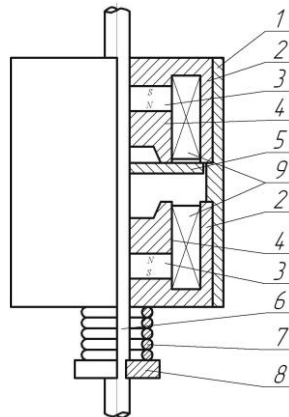


Рис. 1 - Конструкція електромагнітного приводу ГРМ [4]

Керування кожним ЕМ здійснюється за допомогою обмотки керування 9, імпульсами напруги від силового електронного комутатора системи керування двигуном.

Система з індивідуальним електромагнітним приводом клапана ГРМ забезпечить більш низький рівень викиду шкідливих речовин, зниження витрати палива та зниження шуму і вібрацій при роботі двигуна.

**Висновки.** Подальші дослідження ЕМП ГРМ спрямовані на розробку нових конструкцій, удосконалення системи керування й алгоритмів керування з метою зниження енергоспоживання і масогабаритних показників, з метою одержання повністю керованого мехатронного пристрою.

#### Література

1. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт / Ю.Ф. Гутаревич [та ін.] // Навчальний посібник. - К.: Арістей, 2006. - 292 с.
2. Ахромешин А.В. Современные системы управления газообменом двигателей внутреннего сгорания (обзор) / А.В.Ахромешин // Изв. ТулГУ. Сер. Технические науки. 2008.- Вып.3. С. 151–158.
3. Chang W. A new electromagnetic valve actuator / W. Chang et al. // IEEE Workshop on Power Electronics in Transportation, Auburn Hills, MI. 2002. P. 109-118.
4. Павленко А.В. Проектирование быстродействующих электромагнитов с заданными динамическими параметрами / А.В. Павленко [и др.] // Изв. вузов. Электромеханика. – 2002. – № 4. – С.76-80.



УДК 631.51

## ВИКОРИСТАННЯ СМУГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ (STRIP-TILL) В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Ярошенко О.С., студент, гр. 25 АІ,  
Шаповалов А.В. студент, гр. 25 АІ,  
Чорна Т.С., к.т.н., доцент  
Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: tetiana.chorna@tsatu.edu.ua

*Обґрунтовано перспективи використання strip-till технології в умовах півдня України.  
Наведено загальний принцип обробітку ґрунту за смуговою технологією.*

**Постановка проблеми.** В аграрному виробництві на обробіток ґрунту припадає значний відсоток витрат, але сьогодні перед аграріями стає питання заощадження як матеріальних, так і природних ресурсів. Саме смугова технологія strip-till вирощування польових культур дозволяє вирішувати обидва питання одночасно. Тому що обробляється від 30% до 50% від загальної площі поля з одного боку, а з іншого – стерня, що залишається на поверхні поля, уповільнює процеси ґрунтової, вітрової та водної ерозії. Тому перехід на вирощування польових культур в умовах півдня України за технологією strip-till є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень.** Нині на багатьох бізнес-форумах та міжнародних конференціях відмічається про стрімке погіршення стану полів й лунають заклики щодо припинення нещадного відношення до природних ресурсів. Одним з компромісних варіантів вирішення цього питання є strip-till технологія вирощування польових культур, яка поєднує в собі переваги традиційного та нульового обробітку. Її впровадження дозволяє зменшити витрати паливо-мастильних матеріалів та трудових ресурсів за рахунок часткового обробітку ґрунту. А наявність на поверхні поля рослинних решток є невід’ємною основою ґрунтозахисного землеробства. Крім того, залишені рослинні рештки сприяють накопиченню органічної речовини і є важливим захистом від ґрунтової ерозії. Експериментальні дані показали, що при 100% збереженні рослинних решток на полі ерозія ґрунту практично відсутня, при залишках до 50% - ерозійні процеси скорочуються на 80%, а при наявності лише 10% пожнивних решток – на 30%.

**Мета статті.** Метою досліджень є обґрунтування вибору схеми смугового обробітку в залежності від основних культур сівозміни господарства.

**Основні матеріали дослідження.** Важливим чинником для впровадження будь-якої технології є технічне забезпечення спеціальними машинами та обладнанням. В світі існують різні підходи впровадження strip-till технології вирощування польових культур. Вона була розроблена для просапних культур, в першу чергу для кукурудзи, але зараз її використовують і для культур суцільного висіву.

Смугову технологію вирощування польових культур частіш за все розглядають в розрізі технологічної операції обробітку ґрунту. Існують різні варіанти її використання:

- восени проводять нарізання смуг, а навесні виконують сівбу з одночасним смуговим внесенням добрив на глибину посіву;
- восени проводять нарізання смуг з локальним внесенням добрив на глибину до 20...25 см, а навесні – всівають в отримані смуги з додатковим внесенням добрив на глибину посіву;
- восени залишають поле без обробітку, а навесні виконують одночасно нарізання смуг та сівбу з внесенням добрив на глибину посіву;
- восени на необробленому полі виконують одночасно нарізання смуг та сівбу з внесенням добрив на глибину посіву.

Останній варіант смугової технології використовують для вирощування озимих культур: озимого ріпаку, озимої пшениці та інших.

Озима пшениця є традиційною зерновою культурою для аграріїв України. У структурі посівів вона займала близько 22% усіх посівних площ що складає 40% площ зернової групи культур. Основне виробництво цієї культури зосереджено у Одеській (понад 400 тис. га), Запорізькій (понад 400 тис. га) та Дніпропетровській (понад 350 тис. га) областях. Однією з фірм, що випускає комплекси для смугового обробітку ґрунту є Mzuri. Так Mzuri Pro-Til ефективно використовується як для вирощування культур суцільного висіву, так і для просапних. До головних переваг цього комплексу відносяться ефективне використання добрив та ефект «краю поля». Використання цієї технології дозволяє підвищити активність мікроорганізмів, збільшити вміст органічних речовин у ґрунті та покращити його структуру. Дана технологія створює оптимальні умови для швидких та рівномірних сходів, за рахунок чого рослини в повній мірі розкривають свій потенціал. Також, завдяки внесенню добрив безпосередньо близько до кореневої системи, забезпечується легкий доступ рослин до поживних речовин. А підчас вегетації рослини отримують комфортні водно-повітряні умови для розвитку. Розташування й функції робочих органів посівного комплексу Mzuri наведено на рисунку 1. Після сівби озимої пшениці поле має наступний вигляд (рис. 2)

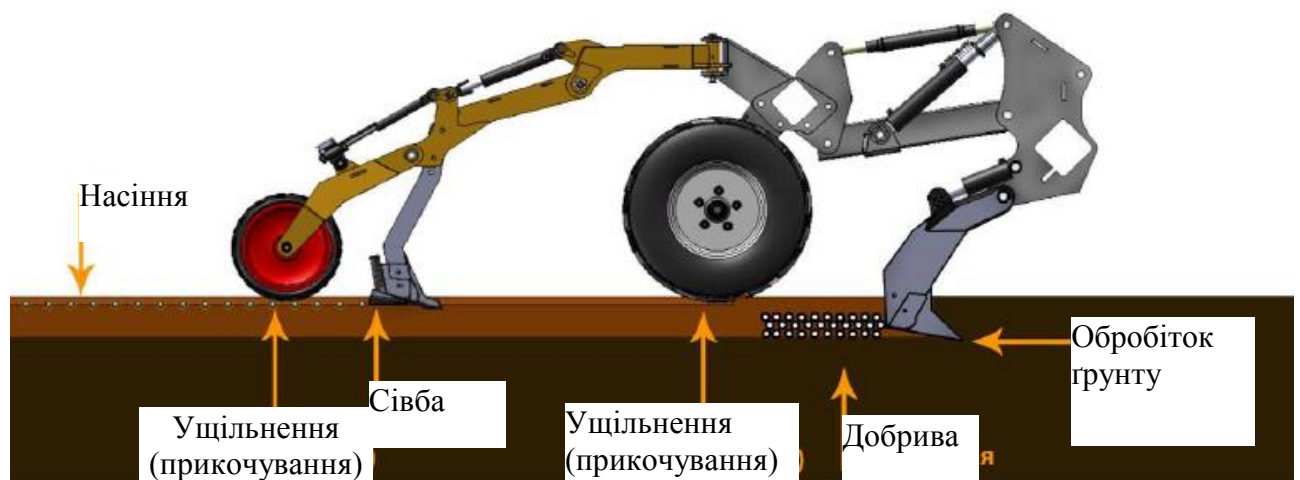


Рисунок 1 – Розташування й функції робочих органів посівного комплексу Mzuri.

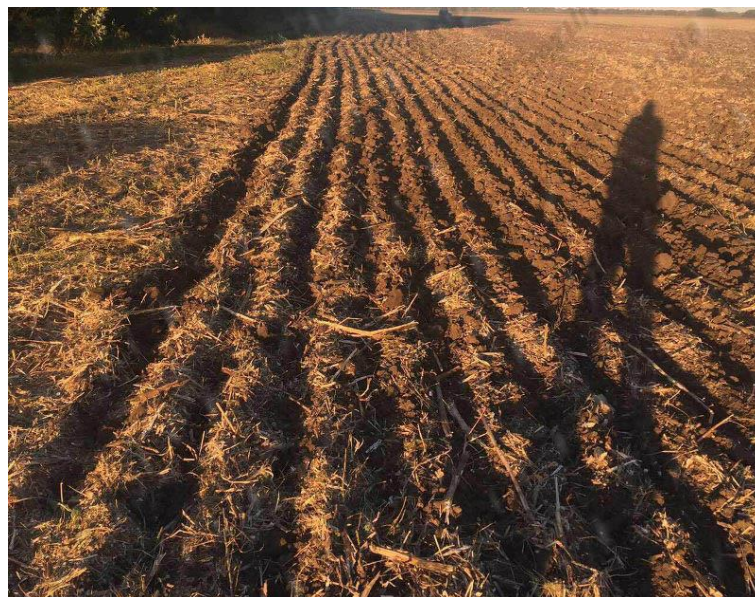


Рисунок 2 – Поле озимої пшениці, сівбу виконано комплексом Mzuri Pro-Til 4T

Розглянемо схему загального смугового обробітку ґрунту для культур суцільного посіву (рис. 3). Як бачимо, насінини розташовані симетрично відносно центру смуги, а добрива

знаходяться глибше. При розвитку кореневої системи, рослини додатково отримують можливість кореневого підживлення. Це дозволяє підвищити їх стійкість до стресових ситуацій. Наявність стерні на поверхні поля між смугами зменшує водну та вітрову ерозію ґрунту, а спушена та розчищена смуга сприяє швидкому проростанню насіння. Аналогічна схема й для просапних культур, але насіння розташоване в центрі смуги.

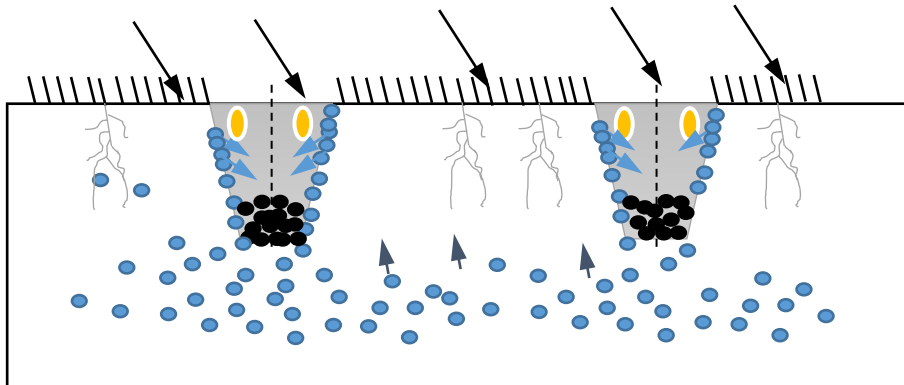


Рисунок 3 - Загальний принцип смугового обробітку ґрунту (strip-till) для культур суцільного висіву.

Для культур, що висіваються навесні, в умовах півдня України рекомендовано використовувати двофазний обробіток: восени нарізання смуг з локальним внесенням добрив, а навесні – сівба одночасно з передпосівною культивуацією та локальним внесенням добрив. Тому strip-till технологія буде мати наступний вигляд (рис. 4).

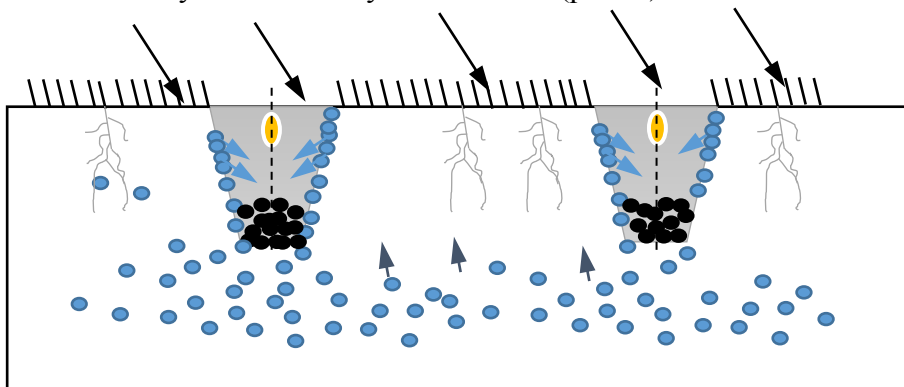


Рисунок 4 - Загальний принцип смугового обробітку ґрунту (strip-till) для просапних культур.

**Висновок.** Використання смугової технології в умовах півдня України дозволить:

- покращити умови зволоження ґрунту за рахунок зменшення випаровування й підвищення інфільтрації під час злив;
- отримати раніше сходи, тому що в обробленій смузі температура вище на 1...3°C порівняно з ґрунтом, де є рослинні рештки;
- підготувати якісне насінневе ложе;
- сформувати більш потужну кореневу систему рослин, яка дасть їм кращий доступ до вологи та поживним речовинам і, як наслідок, більшу врожайність;
- зменшити водну та вітрову ерозію.

УДК 636.083.3

## ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ УТРИМАННЯМ ХУДОБИ

**Забашта О.О., студент 25 САІ групи,**

**Дем'яненко Д.В., асистент**

**e-mail: denys.demianenko@tsatu.edu.ua**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В статті надається аналіз сучасних технологій та засобів комунікації, що використовуються при управлінні утриманням худоби та виробництвом продукції тваринництва. Велика увага приділяється інформаційним системам та їх взаємодії із традиційними формами управління.*

**Постановка проблеми.** Скотарське підприємство з технологічної точки зору є перетворювачем кормів в продукцію, основні складові якої - молоко і тварини. Засобом виробництва служить безпосередньо тварина; а збільшено - для підприємства засобом виробництва можна вважати все поголів'я експлуатованих тварин - «стадо» [1].

Ефективність виробництва тваринницької продукції в першу чергу залежить від продуктивних властивостей засобу виробництва - генетичного потенціалу тварин і здатності підприємства реалізувати цей потенціал.

Генетичний потенціал зумовлюється породними і віковими характеристиками тварин, а здатність реалізації генетичного потенціалу - ступенем дотримання об'єктивно оптимальних норм експлуатації тварин. Повсякденному завданням працівників товарних тваринницьких підприємств є підтримка генетичного потенціалу тварин, дотримання технологічних норм їх експлуатації.

З появою новітніх інформаційних технологій, штучних нейронних мереж, що здатні самостійно навчатися та регулювати свою діяльність, людині надається шанс суттєво спростити систему управління утриманням ВРХ, а також захистити виробництво від системних та антропогенних помилок. Тому дослідження, спрямовані на впровадження сучасних інформаційних технологій в систему управління виробництвом продукції тваринництва та утриманням худоби є актуальні [2].

**Аналіз останніх досліджень** показує, що новітні інформаційні технології у поєднанні із традиційними системами управління утриманням ВРХ не розглядалися та потребують подальшого вивчення.

**Метою даної статті** є представити існуючі сучасні інформаційні технології та навести зв'язки між різними формами управління утриманням великої рогатої худоби.

**Основні матеріали дослідження.** Експлуатація тварин виражається в цілеспрямованій організації їх змісту, яка забезпечує отримання прибутку. Чим краща організація утримання тварин, тим вище прибуток підприємства.

Концептуальна схема виробництва продукції на фермі великої рогатої худоби представлена на рисунку 1 [3]. Основними оперативними рішеннями на фермі з управління експлуатацією худоби є:

- виробничі завдання на проведення технологічних операцій;
- завдання на заміщення вибракуваних тварин;
- раціони годівлі тварин;
- заявки на корми.

Підготовка кожного з цих управлінських рішень є складним завданням, рішення яких вимагає аналізу великої кількості інформації, вибору альтернатив з безлічі варіантів. Прийняття рішень без урахування всіх економічно значимих чинників, без глибокого наукового обґрунтування призводить до того, що використані на практиці управлінські рішення нерідко далекі від оптимальних [4].

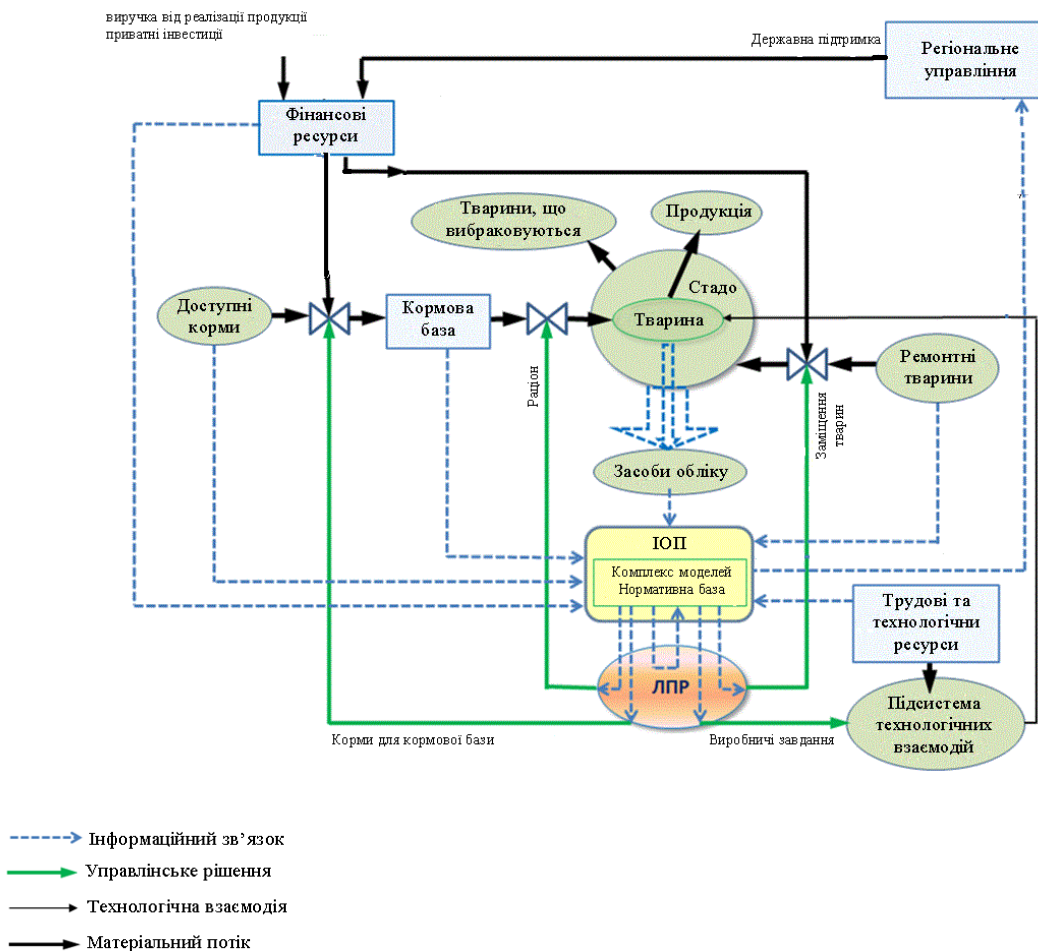


Рисунок 1 – Концептуальна схема управління виробництвом продукції на фермі ВРХ

Наблизитися до прийняття оптимальних рішень з управління виробництвом тваринницької продукції дозволяють комп'ютерні технології формування управлінських рішень, що розробляються на базі сучасних математичних методів. Ядром цих технологій є комп'ютерні програми.

Формування виробничі завдання на проведення технологічних операцій на основі автоматизованого обліку стану тварин, виконаних операцій по їх обслуговуванню і ретроспективного аналізу показників виробництва може бути реалізовано за допомогою комп'ютерних програм, що дозволить суттєво зменшити навантаження на працівників, виключити можливість помилок та покращити якість управління утриманням великої рогатої худоби.

**Висновок.** В статті представлено аналіз сучасних технологій та засобів комунікації, що використовуються при управлінні утриманням худоби та виробництвом продукції тваринництва. Наведена концептуальна схема управління виробництвом продукції на фермі ВРХ.

#### Список використаних джерел.

1. Бусенко О.Т. Основи відтворення стада / О.Т. Бусенко, В.Є. Скоцик, М.І. Маценко та ін. - Технологія виробництва продукції тваринництва - К.: «Агроосвіта», 2013. – 492 с.
2. Захаренко М. О. Системи утримання великої рогатої худоби / М. О. Захаренко, В. М. Поляковський, Л. В. Шевченко та ін. - Системи утримання тварин: навч. посіб. – К.: «Центр учбової літератури», 2016. - 424 с.
3. Лукьянов Б.В. Компьютерная технология управления содержанием скота / Б.В. Лукьянов, П.Б. Лукьянов - Эффективное животноводство №5, 2016. - 28 с.
4. Атамас П.Й. Облік тварин на вирощуванні і відгодівлі. / П.Й. Атамас - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 288 с.

УДК 631.3.004

## ВПЛИВ ЯКОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА НАДІЙНІСТЬ ТА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ДВИГУНА

Завгородній І.О., 4 курс,

Шульга О.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*The influence of the diesel fuel quality indicators on the reliability and efficiency of the engine is considered.*

**Постановка проблеми.** Сучасні дизельні двигуни мають високу потужність, надійність, довговічність та економічність. Питомі витрати палива менше на 20...30%, ніж у бензинових двигунів. Коефіцієнт корисної дії (ККД) дизелів на цей час на 10% перевищує ККД бензинових двигунів. Ці незаперечні переваги властиві лише при використанні палива високої якості. Низька якість дизпалива, значно знижує моторесурс двигунів, погіршує їх технічні характеристики і підвищує витрату палива. Саме тому питання якості дизельного палива є найбільш актуальним

**Основні матеріали досліджень.** Для оцінки якості дизельного палива згідно з ДСТУ 7688:2015 передбачені в першу чергу такі показники: цетанове число, фракційний склад, в'язкість, вміст сірки та наявність води.

Існують різні конструкції сучасних дизелів. Спільним є те, що у дизелях використовується внутрішнє сумішоутворення (утворення суміші безпосередньо у циліндрі). Процес сумішоутворення починається фактично у момент початку впорскування палива у нагріте стиснене повітря (температура близько 700°C і тиск - 2,5...3 МПа). Цей процес можна зобразити схематично (рис.1).

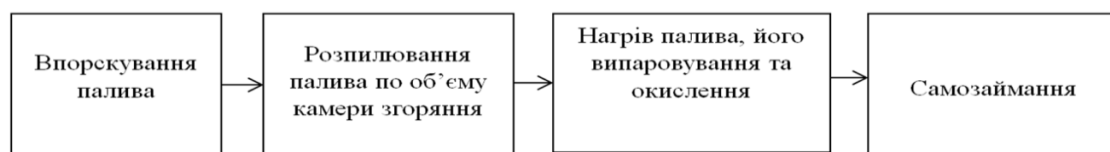


Рис. 1. Схема процесу сумішоутворення в циліндрі дизельного двигуна

Якість розпилювання залежить від в'язкості дизельного палива. А саме в'язкість впливає на кут розпилювання, діаметр краплин та їх далекобійність. При збільшенні в'язкості, розмір краплин у факелі збільшується, а розпилення і випаровування палива погіршуються. Згоряння палива затягується і стає неповним, погіршується економічність двигуна і він починає диміти. Надмірне збільшення довжини факелу веде до потрапляння палива на стінки циліндру, а потім картеру двигуна. Це призводить до зниження в'язкості та якості моторної оливи, а значить і зниженню ресурсу кривошипно-шатунного механізму.

Значне зниження в'язкості веде до надмірно тонкого розпилення, що знижує довжину факелу. В результаті погіршується однорідність паливо-повітряної суміші і зниження економічності дизельних двигунів. Зі зниженням в'язкості дизпалива, знижуються і його змащувальні властивості. Це призводить до прискореного зносу деталей паливної системи: плунжерних пар паливного насоса високого тиску та голок форсунок, оскільки вони змащуються паливом. На випаровуваність дизпалива впливає фракційний склад. Полегшений фракційний склад характеризує кращу випаровуваність палива, яка сприяє утворенню однорідної горючої суміші. Проте при занадто високій випаровуваності на першій стадії горіння впродовж періоду затримки займання в циліндрі скупчується велика кількість парів, при займанні яких тиск різко наростає і двигун працює жорстко, з підвищеними ударними навантаженнями.

Надмірний вміст в дизельних паливах важких фракцій веде до погіршення розпилювання, випаровування і згорання палива. В результаті економічність двигуна знижується, він починає диміти, а на стінках камери згорання і форсунках з'являються підвищені смолисті відкладення. Велика кількість смол, які осідають всередині камери згорання, призводять до підвищеного нагароутворення на клапанах, поршнях та форсунках. Нагар на розпилювачах форсунок призводить до погіршення якості розпилювання. Внаслідок чого, двигун працює жорстко, сильно димить. Підвищується знос циліндро-поршневої групи (ЦПГ), внаслідок змивання оливи паливом зі стінок циліндрів. Також підвищується знос кривошипно-шатунного механізму, внаслідок потрапляння палива в картер двигуна і розбавлення ним моторної оливи.

Цетанове число один з найважливіших показників якості дизпалива. Згідно з нормативами, воно повинно знаходитися в межах 40-55 одиниць. Підвищення цетанового числа може трохи поліпшити роботу силового агрегату, але при цьому істотно збільшити витрату палива, димність двигуна і знизити моторесурс. Зниження цетанового числа нижче нормативних значень погіршує запуск двигуна, забезпечує його жорстку роботу і підвищений знос деталей. Дизельне паливо отримують шляхом переробки нафти, тому одним з його компонентів залишаються сірчані з'єднання. Але в неякісному паливі вміст сірки та її з'єднань може перевищувати допустимі значення в декілька разів. Під видом якісного дизельного палива можуть продавати дизельне паливо народногосподарське, пічне пальне або їх суміші з дизпаливом та газовим конденсатом. Так допустимий вміст сірки в дизельному народногосподарському паливі в декілька разів перевищує допустимий її вміст в дизельному паливі Євро за ДСТУ 7688:2015 (Таблиця 1).

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика дизельних палив за вмістом сірки.

Допустимий вміст сірки в дизельному паливі, не більше %			
Паливо дизельне народногосподарське ТУ У 22340203.019-2000	Паливо дизельне Євро ДСТУ 7688:2015		
Вид I	0,10	Євро 5	0,001
Вид II	0,50	Євро 4	0,005
Вид III	0,85	Євро 3	0,035

Вміст сірки та її з'єднань призводить до:

- утворення сірчистої та сірчаної кислоти при взаємодії сірчистих речовин з парами води. В результаті з'являється корозія металевих деталей ЦПГ, паливної та випускної системи;
- збільшення нагару і відкладень, що значно погіршує відведення тепла, знижує компресію, обмежує рухливість кілець;
- передчасного зносу паливної та вихлопної системи;
- димного вихлопу;
- прискороного старіння моторної оливи.

**Висновки.** Однією з причин, що викликають погіршення технічного стану двигуна, а отже, і надійності, є знос деталей. Знос деталей двигуна безпосередньо залежить від якості палива. Дизельне паливо, що не відповідає нормативам здатне викликати збої в різних вузлах двигуна. Під видом якісного дизельного палива можуть продавати дизельне паливо народногосподарське або фальсифіковане дизельне паливо, що продається по дуже низькій вартості. Це дизельне паливо, яке розбавлене низькооктановим неякісним бензином або газовим конденсатом. Фальсифіковане паливо має низьке цетанове число. Для його збільшення додають велику кількість присадок та речовин. В'язкість такого палива та його змащувальна здатність дуже низькі, що в першу чергу впливає на паливну систему. Використання такого палива також підвищує корозію деталей та збільшує на них відкладення.

Обов'язково треба звертати увагу на колір – якісне паливо має світло-жовтий колір. Темний колір дизельного палива вказує на його сумнівну якість, наявність великої кількості смолистих речовин та сірки.

УДК 631

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЗИМНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

**Помбухчій К.В.**, магістрант,

**Чорна Т.С.**, к.т.н., доцент

**e-mail: tetiana.chorna@tsatu.edu.ua**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Обґрунтовано перспективи біоензимної технології, яка дозволяє відновлювати та відтворювати родючість ґрунту. Наведено особливості її впровадження та перспективи використання.*

**Постановка проблеми.** Основною метою вирощування сільськогосподарських культур є отримання високого врожаю хорошої якості. Серед агрозаходів, спрямованих на вирішення цього завдання, важливе значення має оптимальне живлення рослин. Досягається воно різними способами, і, в першу чергу, застосуванням добрив. Природно, чим менше елементів живлення в ґрунті, тим більше треба вносити їх у вигляді добрив, і, навпаки, зі збільшенням їх кількості в ґрунті потреба в добриві зменшується. Тому важливо знати, які елементи і в якій кількості перебувають в ґрунті. Якщо зіставити загальні запаси поживних речовин ґрунту з тією кількістю, яка рослина споживає протягом одного року, стане ясно, що поживних речовин в ґрунті значно більше, ніж потрібно для забезпечення високого врожаю. Наукові дослідження підтверджують той факт, що при впливі ґрунтових мікроорганізмів на важкодоступні форми поживних речовин, можливий їх перехід у доступну рослинам форму. Тому дослідження технології, яка дозволяє відновлювати та відтворювати родючість ґрунту є актуальними.

**Аналіз останніх досліджень.** Сьогодні людина все більше і більше порушує природний хід речей, часто навіть не намагаючись враховувати її закони. Проте вони діють незалежно від наших бажань. Нині на багатьох бізнес-форумах та міжнародних конференціях відмічається про стрімке погіршення стану полів й лунають заклики щодо припинення нещадного відношення до природних ресурсів. Українські вчені навпаки, спрямували свої зусилля на запуск і підтримку інтенсивного природного процесу біоценозу. Одним з варіантів вирішення цього питання є використання біоензимної технології. Її було апробовано на абсолютно неродючих пісках жорстких пустель ОАЕ та Оману.

**Мета статті.** Метою роботи є дослідження перспективи використання біоензимної технології в умовах України.

**Основні матеріали дослідження.** Біоензимна технологія базується на наступному принципі. До ґрунту вноситься живильний субстрат, який оживляє та активує взаємодію автотрофних, перехідних та гетеротрофних бактерій. Саме його використання дозволяє організувати харчовий ланцюг від ґрунту до рослини. Після запуску цього механізму провокується зворотній зв'язок – з рослини у ґрунт поступають прикореневі виділення, які підтримують існування ланцюга (рис. 1).



Рисунок 1 – Фрагмент дослідного поля з біоензимною технологією вирощування через 3 роки без додаткового внесення добрив.



Перша складова біоензимної технології – живильний елемент для автотрофних бактерій. Тому саме вона допомагає «оживити» ґрунт. Цю функцію виконує бентоніт – різновид пластичної глини, яка утворилась з вулканічного попелу. Він також є прекрасним гідратантом (1 г бентоніту утримує до 12 г води). Його вносять один раз на 7...10 років до 15 т/га в залежності від стану ґрунту.

Друга складова біоензимної технології повинна давати їжу гетеротрофам. Для цього використовують органічне добриво. Але, як виявилось, не вся органіка запускає та підтримує біоценоз. Тільки пташиний послід запускає та підтримує цей ланцюг самотужки. Але коефіцієнт засвоєння будь-якої органіки не перевищує 30%. Тому норма внесення його значно збільшується. Саме для її зменшення курячий послід необхідно ферментувати оксизимом (рис. 2). Це значно покращує його засвоєння. Норма внесення ферментованого пташиного посліду значно менше ніж звичайного. (орієнтовно 1 т/га).



Рисунок 2 – Процес приготування ферментованого пташиного посліду.

Третя складова біоензимної технології – каталізатор процесу біоценозу. Саме внесення агрозіну дозволило отримувати щорічний приріст гумусу в ґрунті без внесення будь-яких додаткових добрив. Норма його внесення коливається в межах 4...5 л/га.

При правильному дотриманні технології, отримуємо рослини значно краще адаптовані до змінних погодних умов. Так при вирощуванні люцерни, збільшується кількість укосів, при оптимально підбраній висоті зрізу, а рослини виглядають «здоровіше», порівняно з використанням мінеральних добрив промислового виробництва (рис. 3).



Рисунок 3 – Фрагмент дослідного поля з люцерною через 3 місяці вегетації.

**Висновок.** Застосування біоензимної технології в умовах півдня України дозволить значно збільшити кількість та якість отримуваної продукції за рахунок покращення процесів біоценозу та повністю відмовитися від використання мінеральних добрив, значно скоротивши витрати на сільськогосподарську продукцію. Тому основною задачею, що стоїть сьогодні є модернізація існуючих або розробка нових агрегатів для реалізації цієї технології на великих площах виробників сільськогосподарської продукції.

УДК 631.334

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАНЬ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE 8335R. НА ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ЇХ БАЗІ

Кухаренко П.В., студент,

Іванів С.О., студенти

Кухаренко П.М., к.т.н., доцент

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

*Сучасні тенденції комплектування машинно-тракторних агрегатів (МТА) у господарствах України спрямовані на нарощування частки використання тракторів відомих світових фірм. Зокрема на ринку України широко представлені трактори фірми JohnDeere. Комплектування машинно-тракторних агрегатів, з такими тракторами, при виконанні широкого комплексу технологічних операцій в рослинництві, має свої особливості. Ці особливості, в першу чергу, полягають в відповідному алгоритмі експлуатаційних налаштувань трактора для роботи з конкретним типом та моделлю сільськогосподарської машини.*

В останні роки відмічається підвищена увага виробників тракторної техніки до універсальних колісних тракторів з повним приводом, високої тягової потужності, класичної компоновки 4К4а з передніми колесами меншого розміру, ніж задні, до яких відносяться трактори JohnDeere 8335R.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Особливістю комплектування агрегатів з сучасними повно приводними тракторами, високої тягової потужності, класичної компоновки 4К4а з передніми колесами меншого розміру, ніж задні, до яких відносяться трактори JohnDeere 8335R є можливість баластування трактора. Тобто забезпечення широкого діапазону зміни маси трактора в залежності від роботи, що виконується і знарядь, що застосовуються, за рахунок чого досягається найбільш ефективно використання тягової потужності і забезпечується економія палива[3,4,5]. Такий підхід дає можливість значно розширити діапазон тягових зусиль тракторів, який має обмеження перш за все надійністю силових механізмів тракторів. Тому виробники, не обмежуючи ширини захвату агрегатів, висувають жорсткі умови до швидкісного режиму руху агрегатів.[5]

Проведення баластування трактора повинне супроводжуватися врахування його впливу на кінематичну невідповідність і динамічну нерівномірність навантаження коліс[1,2,4,6,7]. Кінематична невідповідність рушіїв тракторів колісної формули 4К4а – явище досить розповсюджене, але вивчене ще не в достатній мірі. Воно викликає під час роботи МТА значну перевитрату палива та призводить до прискороного зносу пневматичних шин переднього ведучого мосту за рахунок буксування та юзу[1,2,4,6,7].

**Мета досліджень.** Розвиток методів аналітичного розрахунку тягово-зчіпних властивостей існуючих моделей тракторів, з врахуванням умов їх експлуатації та особливостей динамічного навантаження трактора, у складі машинно-тракторного агрегату, технологічним процесом.

### **Результати досліджень.**

Наявність кінематичної невідповідності коліс погіршує тягові показники трактора. Якщо в результаті кінематичної невідповідності передні та задні колеса працюють з різним буксуванням, то зчіпні якості відстаючих коліс використовуються в меншій мірі, ніж зчіпні якості коліс які забігають. Чим більша кінематична невідповідність, тим більш нерівномірно використовуються зчіпні якості коліс обох осей. Найбільш негативно впливає на тягові показники трактора юз відстаючих коліс. В цьому випадку ведучими колесами залишаються тільки колеса які забігають, так як відстаючі колеса котяться з юзом, а значить, вони стають веденими.

В машинно-тракторного агрегату, з навісним знаряддям, відбувається перерозподіл

експлуатаційної ваги МТА на користь заднього мосту трактора в результаті якого погіршуються тягові можливості переднього мосту ( Рис.1).

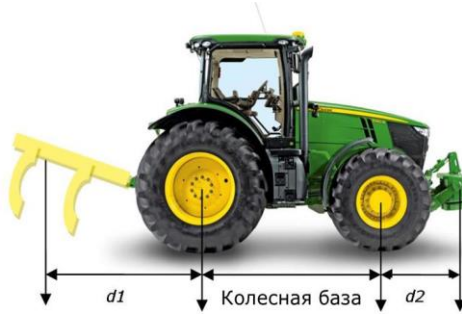


Рис.1. Перерозподіл експлуатаційної ваги трактора з навісним знаряддям.

Перенос ваги від заднього вантажу на передній міст визначається по залежності:

$$\Delta G = -\frac{d1}{L} \times G_{\text{зн}} \quad (1)$$

Де  $L$ -колiсна база;

$G_{\text{зн}}$ - вага знаряддя ;

$d1$  - відстань від центру експлуатаційної ваги знаряддя до задньої осі трактора.

Для напівнавісного знаряддя, у якого центр експлуатаційної ваги розташований попереду опорних коліс, методика інша. При такому способі агрегатування, згідно розрахункової схеми навантажень (Рис.2), на задню навіску діє сила ( $F$ ) з боку знаряддя, яка розраховується за формулою:

$$F = W \times \frac{d2}{d3} \quad (2)$$

Де- $d2$ -відстань від опорного колеса до центра експлуатаційної ваги знаряддя;

$d3$ -відстань від опорного колеса до точки причіпки;

$W$ - вага знаряддя.

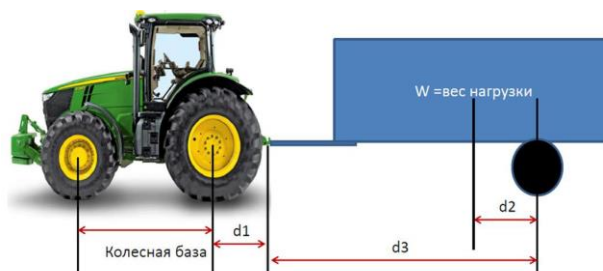


Рис.2. Розрахункова схема для визначення параметрів баластування.

Дія цієї сили буде сприяти розвантаженню передніх ведучих коліс, погіршенню їх тягово-зчіпних властивостей , підвищенню буксування і, як наслідок, зростанню інтенсивності зносу.

Тому для покращення тягово-зчіпних властивостей трактора у складі МТА та зменшення негативного впливу ходових систем на ущільнення та стирання ґрунту необхідно комплексно вирішувати задачу баластування за наступним алгоритмом.

В залежності від типу знаряддя, встановити загальну експлуатаційну вагу трактора та статично розподілити її між мостами згідно рекомендацій.

Після навішування сільськогосподарської машини провести додаткове баластування з метою розосередження навантаження по осях трактора при комбінованому (передньому, задньому і міжосьовому) навішуванні машин, що дозволить забезпечити оптимальне навантаження на колеса трактора.

Після визначення навантаження на шину, з врахуванням динамічного розподілу експлуатаційної ваги МТА при його русі в робочому стані, необхідно встановити рекомендований тиск в шинах коліс.

По завершенню баластування та регулювання тиску в шинах необхідно здійснити контроль буксування ведучих коліс.

Під час дослідження впливу параметрів налаштувань на техніко-експлуатаційні показники та надійність машинно-тракторних агрегатів за об'єкт досліджень був прийнятий серійний машинно-тракторний агрегат у складі трактора JohnDeere 8335R та плугу JohnDeere 3810 який здійснював оранку ґрунту на полі після збирання кукурудзи на зерно в умовах Дніпропетровської області.

Встановлений діапазон регулювань маси трактора JohnDeere 8335R на задніх шинах 710/70R42 знаходився в межах від 11100 до 12340 кг. Основні експлуатаційні налаштування були здійснені згідно вище наведеної методики. Для визначення параметрів буксування рушіїв були застосовані відомі методики – за кількістю обертів коліс та за пройденою дистанцією. Контроль тягового навантаження здійснювався за величиною обертів колінчастого валу двигуна, в інтервалі 2100...1950 хв.<sup>-1</sup>

В результаті проведених досліджень була підтверджена поява кінематичної невідповідності між колесами заднього та переднього мостів як наслідок різного розподілу опорних реакцій ґрунту при різних варіантах баластування. Коефіцієнти кінематичної невідповідності коліс, з дослідними параметрами баластування, знаходилися в межах  $k_{\text{н}} = 1.026 \dots 1.065$ , що знайшло своє відображення в погіршенні паливної економічності до 18%.

#### **Висновки.**

1. Неузгодженість розподілу експлуатаційної ваги машинно-тракторного агрегату між ведучими мостами повно приводного трактора призводить до появи кінематичної невідповідності коліс.

2. Найбільш дієвим способом усунення кінематичної невідповідності між колесами повно приводного трактора є обґрунтований розподіл експлуатаційної ваги МТА та встановлення раціональних значень тиску в шинах.

#### **Список літератури.**

1. Водяник И. И. Воздействие ходовых систем на почву / И. И. Водяник. М.: Агропромиздат. 1980. – 172 с
2. Гуськов, В.В. Тракторы. Теория / В. В. Гуськов. — М. : Машиностроение, 1988.
3. Кухаренко П.М. Сучасні підходи ефективної експлуатації та енергозбереження широкозахватних сільськогосподарських агрегатів. /П.М.Кухаренко // Вісник ХНТУСГ імені П. Василенка. Технічний сервіс машин для рослинництва: зб. наук. праць. – 2017. – Вип. 181. – С. 148-157..
4. Кухаренко П.М. Улучшение тягово-сцепных свойств тракторов на спаренных колесах./ П.М.Кухаренко // Materials V International Scientific Congress «Agricultural machinery» YearI. Vol. 1/1. June 2017. – Varna, 2017. – P. 119-121.
5. Керівництво по експлуатації «JohnDeere».
6. Надикто, В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві [Текст] / В.Т. Надикто, М.Л. Крижичківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула // Навч. посібник. – 2006. – 337 с.
7. Чудаков, А. Д. Основы теории и расчёта трактора и автомобиля [Текст] / А. Д. Чудаков– М.: Колос, 1972. – 384 с.

УДК 631.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ ГІРОЦИКЛА

**Корнійчук В., магістр**

**Кувачов В.П., к.т.н., доцент**

**e-mail:kuvachoff@ukr.net**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*The method and technological means for manual cultivation of soil crops using a gyrocycle is proposed. The use of technological means can reduce physical activity on a person, increase productivity and reduce the duration of work on soil cultivation and sowing of crops.*

**Постановка проблеми.** Традиційний спосіб ручного обробітку ґрунту та посіву сільськогосподарських культур на невеликих присадибних ділянках характеризується великими тяговими навантаженнями, які долає людина в процесі роботи, що призводять до швидкої її стомлюваності. Також, швидкість переміщення людиною технологічних засобів за допомогою ходьби кроками досить низька. В наслідок малої продуктивності роботи неприпустимо збільшується тривалість тяжкої людської праці.

**Аналіз останніх досліджень.** Відома конструкція універсального пристрою для обробітку присадибної ділянки (Пат. України № 105721, МПК А01В 35/02, А01В 1/20, опубл. 11.04.2016, бюл. № 7) містить раму, опорні колеса, робочі органи, рукоятки. До недоліків цієї конструкції засобу є те, що великі тягові навантаження, які долає людина в процесі обробітку ґрунту універсальним пристроєм призводять до швидкої стомлюваності. Також, швидкість переміщення людиною пристрою за допомогою кроків досить низька. В наслідок малої продуктивності роботи неприпустимо збільшується тривалість тяжкої людської праці.

Водночас, вже ніхто не буде заперечувати той факт, що майбутнє масового транспорту належить екологічно чистому, безпечному транспорту з низькою вартістю експлуатації. Безсумнівно, це транспорт з електроприводом. Чим більше такого транспорту з'явиться на наших вулицях, фермах та виробничих приміщеннях, тим краще буде екологія на нашій планеті, тим менше залежність від нафти і газу буде впливати на економіку.

Отримати транспорт, де витрати на переміщення становлять менше 1 грн на кілометр, можна вже сьогодні. Для цього не обов'язково вигадувати екотранспорт майбутнього, хоча у цього транспорту, зрозуміло, є свої переваги. Досить купити недорогий і практичний гіроскутер або сигвей, або за допомогою мотор колеса, контролера і акумуляторів переобладнати вже наявний засіб ручної механізації на електротягу.

**Мета статті.** Метою досліджень є підвищення ефективності засобів малої механізації шляхом обґрунтування схеми та параметрів технологічного засобу на основі гіроцикла.

**Основні матеріали дослідження.** З метою підвищення ефективності засобів малої механізації нами запропонований спосіб та конструкція для ручного обробітку ґрунту і посіву сільськогосподарських культур за допомогою гіроскутера (рис. 1)

В процесі ручного обробітку ґрунту (культивуації, розпушування, нарізання борозен, прополювання бур'янів, підгортання рядків, згрібання трави тощо) або посіву сільськогосподарських культур на присадибній ділянці невеликих розмірів людина 1 (див. рис. 1), стоячи на платформі гіроскутера 4, переміщує відповідний засіб механізації 2, обладнаний мотор-колесами 3, вздовж робочої ділянки. При цьому колеса гіроскутера 4, як і мотор-колеса 3 засобу механізації 2, рухаються по слідах постійної технологічної колії 5, попередньо прокладеною на ґрунті. Їх сумарна зчпна вага створює достатнє тягове зусилля, яке долає тяговий опір засобу механізації 2.

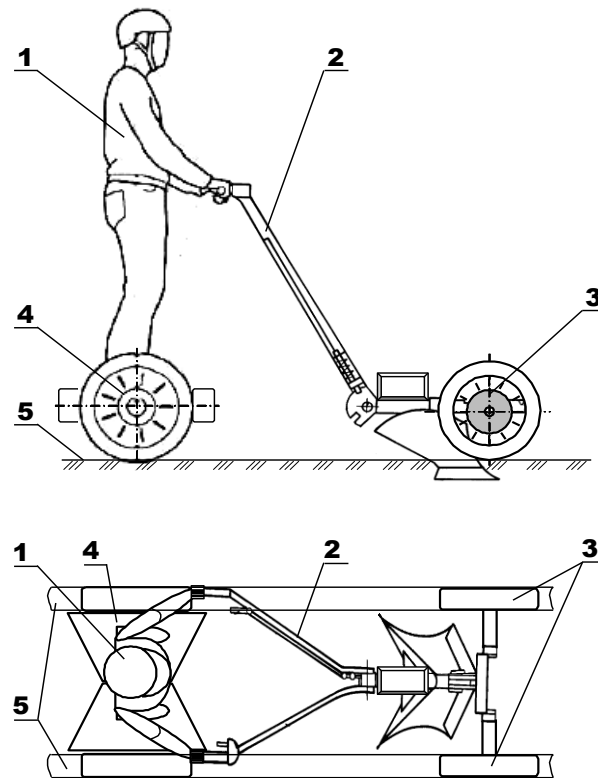


Рис. 1. Схема ручного обробки ґрунту сільськогосподарських культур за допомогою гіроскутера: 1-людина, 2-технологічний засіб, 3-мотор-колеса, 4-гіроскутер, 5-постійна технологічна колія

Однакова поступальна швидкість коліс гіроскутера 4 і мотор-коліс 3 призводить до переміщення засобів механізації 2 з постійною швидкістю  $V$ , значно більшою, ніж ходьба людини кроком, що суттєво підвищує продуктивність роботи. Керування рухом виконується шляхом перерозподілу ваги людини 1 на площині платформи гіроскутера 4.

**Висновки.** Запропонований спосіб і конструкція ручного обробки ґрунту сільськогосподарських культур за допомогою гіроскутера має наступні переваги:

- узгоджений із світовими тенденціями розвитку малогабаритного, екологічно чистого, дешевого електротранспорту;
- сприятиме соціально-економічному розвитку країни в цілому або декількох галузей економіки, безпеки та обороноздатності;
- сприятиме впровадженню інноваційних технологій, методик та практик, переходу на новий технологічний уклад;
- його результати конкурентоспроможні, матимуть широке впровадження у світі, існують потенційні та реальні замовники;
- реалізація проекту є економічно вигідною;
- він забезпечить економію енерговитрат та підвищення енергоефективності, зменшення витрат інших ресурсів та збільшення ефективності виробництва, надання послуг тощо;
- він забезпечуватиме наближення до європейських стандартів;
- сприятиме підтримці вітчизняного виробника товарів, послуг, збільшенню експорту товарів та послуг;
- є мотиватором для творчості малих академій наук та студентської винахідливості;
- відкриває широке коло для потенційно-можливих стартап-проектів;
- не потребує суттєвих фінансових інвестицій і може бути віднесений до товарів масового попиту.

УДК 631.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ ГІРОЦИКЛА

**Філоненко О.,** магістр

**Кувачов В.П.,** к.т.н., доцент

**e-mail:** kuvachoff@ukr.net

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*The proposed method and vehicle for the manual transportation of goods with the help of a gyrocycle is proposed. The use of a vehicle greatly reduces physical activity on the person, increases productivity and shortens the duration of transport and cargo operations.*

**Постановка проблеми.** Традиційно великі тягові навантаження, які долає людина в процесі транспортування ручних вантажних візків, призводять до швидкої її стомлюваності. Водночас відсутність контролю інформації щодо кількості вантажу у візку і відстані пройденого шляху не дозволяє людині правильно використати свою силу в процесі роботи, із можливістю отримання травм і т.і. До того ж, швидкість переміщення людиною ручного вантажного візка за допомогою ходьби кроками досить низька. Внаслідок малої продуктивності роботи неприпустимо збільшується тривалість тяжкої людської праці. Також, реалізація традиційного способу транспортування вантажних візків неможлива в темний час доби, або при недостатньому освітленні.

На відміну від традиційного стереотипу ручної праці та природного пересування людини на невеликі відстані у всьому світі малогабаритний електротранспорт завойовує симпатії все більшої кількості людей. Україна не є винятком і знаходиться в загальному тренді бурхливого зростання продажів різного типу електротранспорту і підвищеного інтересу до малогабаритної техніки з електричним приводом. Але в більшості випадків вказаний малогабаритний електротранспорт призначений тільки для розваг і практично не пристосований для його використання в будь-яких технологічних процесах народного господарства. В силу чого сфера його використання вкрай обмежена, а потенційні переваги, наприклад гіроскутерів та сегвеев, ще недостатньо розкрити.

**Аналіз останніх досліджень.** Відомі конструкції ручного вантажного візка (Пат. України № 51042, МПК В62В1/12, опубл. 15.11.2002, бюл. № 11) та господарського візка з допоміжним колесом і причіпним пристроєм (Пат. України № 62281, МПК В62В 1/00, опубл. 25.08.2011, бюл. № 16) містить раму, рукоятки, до якої прикріплена підставка, що утримує вантажний пристрій або кузов, який спирається на опорні колеса.

До недоліків вказаних конструкцій можна віднести те, що великі тягові навантаження, які долає людина в процесі транспортування ручного вантажного візка з вантажем, призводять до швидкої її стомлюваності. Відсутність контролю інформації щодо кількості вантажу у візку і відстані пройденого шляху не дозволяє людині правильно використати свою силу в процесі роботи, із можливістю отримання травм і т.і. До того ж, швидкість переміщення людиною ручного вантажного візка за допомогою ходьби кроками досить низька. Внаслідок малої продуктивності роботи неприпустимо збільшується тривалість тяжкої людської праці. Також, реалізація вказаного способу неможлива в темний час доби, або при недостатньому освітленні. А кріплення господарського візка до рами велосипеда за допомогою причіпного пристрою, а також наявність додаткового колеса значно ускладнює його конструкцію та керуваність. До того ж, після транспортування візка необхідно багато часу для того, щоб від'єднати його від рами велосипеда для вивантаження, а потім знову слід його приєднувати для перевезення.

Водночас в світі останнім часом широко популяризується нова концепція використання електротранспорту, яким виступає гіроскутер або сегвей, у різних сферах перебування людини. Перевагою гіроциклів, як і будь-якого іншого електротранспорту, є екологічна чистота і безшумність. Це дозволяє з успіхом використовувати сегвей та гіроскутер не тільки на

відкритому просторі, але і в приміщеннях. Основними перевагами сегвея і гіроскутера є їх компактність, малі габарити і висока маневреність. Це вигідно відрізняє їх від всіх інших транспортних засобів. Керування сегвеем та гіроскутером не вимагає фізичних зусиль, а спеціальні навички здобуваються досить швидко.

**Мета статті.** Метою досліджень є підвищення ефективності ручного транспортування сільськогосподарських вантажів шляхом обґрунтування схеми та параметрів транспортного засобу на основі сігвея.

**Основні матеріали дослідження.** З метою підвищення ефективності ручного транспортування сільськогосподарських вантажів нами запропонований спосіб та конструкція на основі сігвея (рис. 1)

В процесі ручного транспортування вантажів людина 1 (рис. 1), стоячи на платформі сегвея 2, переводить вантажний колісний візок 3 з вантажем в транспортне положення і націплює його раму-рукоятку 4 на механічний пристрій 5 сегвея 2. В такому стані вантажний колісний візок 3 утримується в транспортному положенні без допомоги людини 1. Далі, створюючи колесами сегвея 2 рушійної сили здійснюється переміщення візка 3. Його керування людиною 1 відбувається за допомогою даних міні GPS навігатора 6 і приладдя освітлення і світлової сигналізації 7, що дозволяє виконувати керування рухом вантажного візка 3 в темний час доби, або при недостатньому освітленні. В силу більших потужних властивостей сегвея 2 ніж людини, поступальна постійна швидкість  $V$  переміщення вантажного колісного візка 3 є значно більшою, в порівнянні з ходьбою людини 1 кроком, що суттєво підвищує продуктивність транспортно-вантажної роботи. Наявність на механічному пристрою 5 сегвея 2 приладу 7 для вимірювання маси вантажу і можливість міні GPS навігатора 6 визначати відстань пройденого шляху із збереженням інформації, дозволяє, по-перше, людині правильно використати свою силу в процесі роботи, а по-друге – здійснювати автоматизований облік транспортно-вантажної роботи.

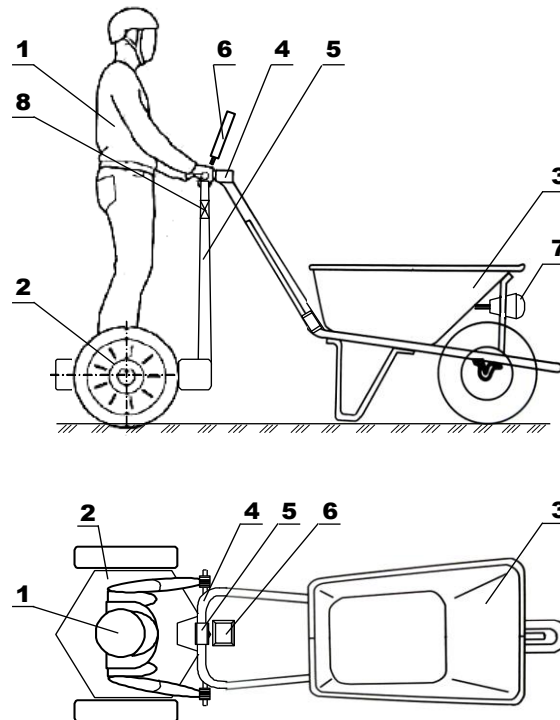


Рис. 1. Схема ручного транспортування вантажів за допомогою сігвея: 1-людина, 2-сегвей, 3-технологічний засіб, 4-рукоятка, 5-опора, 6-навігатор, 7-приладдя освітлення, 8-вимірювальний прилад

**Висновки.** Запропонований спосіб і конструкція транспортного засобу а допомогою сігвея значно зменшує фізичне навантаження на людину, підвищує продуктивність та скорочує тривалість виконання транспортно-технологічних робіт.



УДК 631.126

## ЗАГРОЗА ЗА СТОСУВАННЯ АНТИБІОТИКІВ В ТВАРИННИЦТВІ

Дурман С.М., факультет МТ, гр. 15 МБ АІ

Болтянська Н.І., к.т.н., доцент

e-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Розглянуто вплив та наслідки вживання антибіотиків в тваринництві та їх головна загроза на організми.*

**Постановка проблеми.** Антибіотики застосовуються в медицині та у ветеринарії, і в цьому немає нічого поганого. Однак групові курси антибіотиків для тварин містять в собі приховану загрозу для здоров'я людини. Кожен з нас знайомий з антибіотиками з самого дитинства – саме вони допомагали нам одужати від ангіни, бронхіту і запалення легенів. Крім побічного ефекту у вигляді знищення корисних бактерій, користь від антибіотиків колосальна [1].

Тваринництво є вагомим складовим українського експорту – лише цього року експорт продуктів тваринного походження приніс країні \$690 млн. З огляду на обсяги тваринницької галузі, можна припустити, що в українському тваринництві використовується величезна кількість антибіотичних препаратів. Точних дані за обсягами використання антибіотиків в Україні немає багато в чому через те, що антибіотичні препарати перебувають у вільному продажі навіть для людей [1-3].

У тваринництві антибіотики в основному використовуються для досягнення 3 цілей: лікування захворювань в індивідуальному порядку, запобігання захворювань за допомогою превентивної групової терапії і стимуляція зростання. Але якщо індивідуальне лікування тварини під час хвороби має сенс і не завдає великої шкоди, то застосування антибіотиків для запобігання захворюванням містить у собі приховану загрозу для людини.

**Аналіз останніх досліджень.** Австрійський інститут медицини ще у 60-х роках минулого століття проводив дослідження ефективності антибіотиків, в якому порівнювалося вживання після серйозних запальних захворювань серед пацієнтів, які приймали пеніцилін і які не приймали його. Згідно з ним, до 20 дня виживало не більше 15% тих, хто обходився без антибіотиків, тоді як серед тих, хто приймав пеніцилін, цей показник становив 85% [4].

Антибіотики внесли величезний внесок в історію людства, поставивши хвороби, що забирали життя мільйонів, на рівень звичайної застуди. З легкої руки людини антибіотики стали також вживати і тварини, в основному – хазяйські.

Станом на 1 жовтня 2017 року, в Україні налічується приблизно 4,1 мільйона голів великої рогатої худоби, 6,8 мільйона голів свиней, 233,8 мільйона голів птиці. Це досить суттєві показники – наприклад, в Польщі налічується не більше ніж 2,1 мільйона голів великої рогатої худоби, у Франції – 3,6 мільйона голів, в Німеччині – 4,2 мільйона [5].

**Формулювання цілей статті.** Проаналізувати вплив на наслідки вживання антибіотиків в тваринництві та їх головна загроза на організми.

**Основна частина.** Запобігання хворобам має економічну доцільність: лікування тварин часто коштує дорожче, ніж профілактика, не кажучи вже про супутній збиток для тваринницьких підприємств. Наприклад, вірус африканської чуми свиней через високий відсоток летальності часто спричиняє масову епізоотію. У 1978 році спалах африканської чуми на Мальті призвів до збитків у \$29,5 млн, спалах у Домініканській республіці в 1978-1979 – до \$60 млн. Не меншими можуть бути і збитки від бактеріальних захворювань, для профілактики яких застосовуються антибіотики.

Одна з особливостей антибіотиків полягає в тому, що їхній ефект знижується в міру використання. Бактерії, як і будь-які живі організми, з часом розвивають у собі здатність до опору вбивчій дії антибіотиків. Так, вже через 3 роки після винаходу пеніциліну бактерії зо-

лотистого стафілококу мутували настільки, що цей вид антибіотиків вже не зміг ефективно лікувати його.

Цей феномен назвали антибіотикорезистентністю, і з розвитком медицини список препаратів, які втратили свою ефективність внаслідок розвитку бактерій, значно зріс.. З цим явищем може зіткнутися будь-яка людина – якщо лікар змінює кілька антибіотичних препаратів протягом періоду лікування, то ваше захворювання викликане бактеріями з високою антибіотикорезистентністю.

Глобальна проблема полягає в тому, що якщо на початку минулого століття нові антибіотики відкривалися один за іншим, з 1987 року і до нашого часу науці не вдалося вивести жодного нового класу антибіотиків. Всесвітня організація охорони здоров'я в опублікованому у 2014 році звіті заявила, що ця небезпека вже проявляється прямо зараз в кожному регіоні світу і може негативно позначитися на кожній людині, незалежно від віку, рівня доходів і національності.

Але навіть якщо людина ніколи в житті не вживала антибіотичні препарати, в його організмі все одно може розвинути антибіотикорезистентність. Це відбувається тому, що тварини, м'ясо і молоко яких ми вживаємо, отримують ті ж антибіотики що й ми. В результаті, разом з їжею ми отримуємо "досвід" використання антибіотиків від тварини, і під час хвороби прийом певних препаратів може не мати взагалі жодного ефекту.

В іншій доповіді ВООЗ, "перенесення" антибіотиків з їжі тваринного походження в тіло людини назване однією з основних причин все більш частих проявів антибіотикорезистентності. Так, у багатьох країнах світу застосування антибіотиків на тваринах досить жорстко регулюється. Наприклад, використання антибіотиків в якості стимуляторів росту було одним з головних напрямків застосування їх в тваринництві. Спокуса велика – використання різних груп антибіотиків дає різні показники, але в будь-якому випадку, збільшення маси тварин є істотним. Наприклад, додаткові прирости свиней після застосування тетрациклінових препаратів, біциліну і міцеліальної пеніцилінової маси, досягають 18-22%. Проте, здоров'я людина куди важливіше за економічну вигоду – з вивченням феномена антибіотикорезистентності таке їх застосування було заборонено в ЄС вже в 2006 році.

Застосування антибіотиків для профілактики захворювань все ще знаходиться в правовому полі, але провідні країни світу вже роблять рішучі кроки щодо його скорочення. Так, рівень продажів кормових додатків на основі антибіотиків для тварин в Швеції в 2016 році скоротився більш ніж в 3 рази в порівнянні з 2000-им, і в більш ніж 10 разів – порівняно з 1990 роком (рис. 1).



Рис. 1. Продаж антибіотиків для тваринництва в Швеції

В Україні антибіотики спокійно можуть використовуватися в будь-яких дозах як для тварин, так і для людей. Однак, з огляду на курс на євроінтеграцію і впровадження європейських стандартів у всіх сферах життя, не можна не припускати, що подібні обмеження мо-

жуть реалізуватися і в нашій країні. Антибіотикорезистентність – глобальна проблема, і зменшення темпів її розвитку знаходиться у сфері інтересу не просто окремих людей, але всього людства.

Отож що можна зробити для того, щоб уникнути застосування антибіотиків у тваринництві, не ризикуючи при цьому здоров'ям тварин?

- Стежити за умовами їхнього життя і утримувати тварин в чистоті, особливу увагу приділяючи мікроклімату приміщень

- Впроваджувати на господарствах індивідуальні концепти щодо застосування кормів для тварин і їхньої консервації на основі органічних кислот і їхніх солей

Такі харчові добавки масово розробляються і випускаються провідними виробниками тваринних кормів в Європі. В Україні – ця ніша закривається поки що в основному завдяки імпортним стратегіям окремих постачальників. Певною мірою, це можливість для українського бізнесу: випускаючи корми з корисними добавками без антибіотиків, вітчизняні виробники зможуть забрати цей ринок собі.

Важливо розуміти, що відмова від групових застосувань антибіотиків у тваринництві в інтересах кожної людини. Те, що вигідно компанії, потенційно загрожує самому життю кожного її співробітника, включно з директором, власниками і їхніми сім'ї. Використання кормових добавок без антибіотиків здатне відносно безболісно вирішити обидві проблеми. Це дозволить підтримувати високий рівень здоров'я тварин і гарантувати, що використання кормів для тварин буде нешкідливим для людини в довгостроковій перспективі. *Висновки.*

Якщо комплексно підійти до проблеми утилізації органічних відходів, то можна досягти цілком безвідходного виробництва отримуючи такі продукти: електроенергія (біогаз), біогумус, білок тваринного походження (червоний каліфорнійський черв'як), біомаса водоростей (спіруліна) і інші продукти залежно від умов та потреб господарств.

Таким чином, біологічні технології переробки відходів тваринництва — важлива і захоплююча галузь сільськогосподарського виробництва, що тільки зароджується.

#### **Висновок.**

Аналіз впливу та наслідків вживання антибіотиків в тваринництві свідчить про значний вплив на організм тварин. Для забезпечення міцного здоров'я можна зробити деякі кроки щоб уникнути вживання антибіотиків: стежити за умовами їхнього життя і утримувати тварин в чистоті, особливу увагу приділяючи мікроклімату приміщень, впроваджувати на господарствах індивідуальні концепти щодо застосування кормів для тварин і їхньої консервації на основі органічних кислот і їхніх солей.

#### **Література**

1. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; За заг. ред. В.Г. Герасименка. – К: Фірма «ІНКОС», 2006. – 647 с.
2. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник/ О.Г.Скляр, Н.І.Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
3. Герасименко В.Г. Біотехнологія. – К.: Вища школа, 1989. – 342 с.
4. Болтянська Н.І. Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / Н.І. Болтянська // Вісник Сумського НАУ СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів». – Суми. – Вип. 10/3 (31), 2016. – С. 118-121.
5. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроекологія: Навчальний посібник.- Полтава.-2008.- 255 с.

УДК 631.372

## МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРА ХТЗ-16131 НА ТРАДИЦІЙНІЙ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІЙ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Купін О.О., 5 курс

e-mail: kupin1993@mail.ua

Анікеєв О.І., к.т.н., доцент

e-mail: anikeev55@ukr.net

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.і П. Василенко*

*У даній статті викладені результати теоретичних досліджень можливостей використання інтегрального орно-просапного трактора ХТЗ-16131 на традиційній та енергозберігаючій технологіях.*

**Постановка проблеми.** ПАТ «ХТЗ» сумісно з науковцями кафедри «ОТС ім. Т.П. Євсюкова» поставили за мету вирішення задачі забезпечення виконання всіх технологічних операцій в рослинництві агрегатами, у складі яких в якості енергозасобу будуть використовуватися тільки вітчизняні трактори ХТЗ і ЮМЗ, а сільськогосподарські машини, які будуть агрегатуватися з цими тракторами – як вітчизняні, так і закордонні. Потреба в вирішенні цієї задачі виникла у зв'язку з бажанням заводу розширити модельний ряд тракторів ХТЗ, а для цього необхідно визначити можливості використання існуючих марок тракторів в рослинництві, їх завантаженість протягом року і потребу господарств цих тракторах. Серед цих тракторів особливо цікавим є трактор ХТЗ-16131 завдяки своїй конструкції та можливостям. Тому дослідження можливостей використання цього трактора в рослинництві виділено як окрема наукова задача, яка ґрунтується на матеріалах попередніх досліджень авторів цієї статті.

**Аналіз останніх досліджень.** Можливості використання тракторів вітчизняного виробництва в рослинництві України активно досліджуються такими вченими, як В.І. Мельник, С.А. Чигрина[1-5], В.Т. Надикто [6,7,8], Т.С. Чорна [9], Г.В. Шкарівський [10], С.П. Тодоров[11] та інші. Ця стаття має багато спільного з роботами інших науковців, але відмінність полягає в самій постановці задачі дослідження і методиці її вирішення. Тобто досліджуються можливості використання трактора ХТЗ-16131 в умовному господарстві в загальному складі тракторного парку на традиційній і енергозберігаючій технологіях з використанням програмного забезпечення MSExcel.

**Мета статті.** Метою статті є аналіз можливостей використання трактора ХТЗ-16131 на традиційній та енергозберігаючій технологіях вирощування с.г. культур.

**Основні матеріали дослідження.** Авторами розглянута можливість використання тракторів вітчизняного виробництва в умовному господарстві площею 5000 га ріллі на традиційній та енергозберігаючій технологіях, серед яких трактор ХТЗ-16131. Ця стаття ґрунтується на матеріалах цих досліджень і в ній розглядається лише трактор ХТЗ-16131.

На основі побудованих графіків завантаження тракторів та додаткових розрахунків з врахуванням коефіцієнтів погодності і технічності готовності отриманий такий склад тракторного парку умовного господарства (табл. 1).

Велика потреба господарства в тракторах ЮМЗ-8040.2М на традиційній технології пояснюється застосуванням їх на посіві та міжрядному обробітку технічних культур, а також меншою продуктивністю в порівнянні з тракторами ХТЗ-16131. На енергозберігаючій технології потреба в цих тракторах зменшилася вдвічі через застосування на посіві та міжрядному обробітку технічних культур трактора ХТЗ-16131. Застосування на цих операціях більш продуктивного і енергонасиченого трактора ХТЗ-16131 можливе лише на енергозберігаючій технології за такими причинами:

Таблиця 1 - Потреба умовного господарства в тракторах

Назва показників	Марка трактора			
	ХТЗ-181	ХТЗ-16131	ХТЗ-17221	ЮМЗ-8040.2М
Традиційна технологія				
Експлуатаційна кількість $n_e$ , шт.	3	7	6	12
Загальна кількість тракторів, шт.	28			
Енергозберігаюча технологія				
Експлуатаційна кількість $n_e$ , шт.	3	7	6	6
Загальна кількість тракторів, шт.	22			

– посів технічних культур цим трактором передбачає застосування задньої і передньої навіски для одночасного виконання передпосівного обробітку і сівби. Суміщення технологічних операцій є одним з ключових елементів енергозберігаючої технології, а не традиційної, на якій застосовують прості МТА.

– застосування трактора ХТЗ-16131 на міжрядному обробітку технічних культур можливе лише з культиваторами, які узгоджуються з системою машин. На традиційній технології посів виконується тракторами ЮМЗ-8040.2М, тому міжрядний обробіток трактором ХТЗ-16131 на цій технології неможливий. На енергозберігаючій технології вимога щодо узгодження ширини захвату сівалки і культиватора для міжрядного обробітку виконується при умові використання на цих роботах трактора ХТЗ-16131.

Для оцінки ефективності використання тракторів ХТЗ-16131 в загальному складі тракторного парку умовного господарства нижче наведені отримані розрахунки експлуатаційних показників (табл. 2).

Таблиця 2 - Експлуатаційні показники роботи тракторів та тракторного парку

Марка трактора	Коефіцієнт змінності $K_{зм}$	Коефіцієнт використання $K_v$	Середнь-змінний виробіток $W_{с.зм.}$ , у.е.га/зм	Середня витрата палива, $q_{у.е.га}$ , кг/у.е.га	Проектний коефіцієнт змінності тракторного парку $K_{зм.п.}$	Проектний коефіцієнт використання тракторного парку $K_{в.п.}$
Традиційна технологія						
ХТЗ-181	2,21	0,27	13,16	12,61	1,51	0,23
ХТЗ-17221	1,54	0,35	11,20	14,32		
ХТЗ-16131	1,48	0,23	11,34	10,89		
ЮМЗ-8040.2М	1,25	0,16	5,88	9,43		
Енергозберігаюча технологія						
ХТЗ-181	2,35	0,18	13,16	12,82	1,39	0,24
ХТЗ-17221	1,24	0,29	11,20	13,80		
ХТЗ-16131	1,39	0,27	11,34	10,17		
ЮМЗ-8040.2М	1,16	0,18	5,88	8,78		

### Висновки.

1. Можливості застосування трактора ХТЗ-16131 максимально використовуються на енергозберігаючій технології, оскільки вона передбачає суміщення операцій шляхом використання передньої навіски та застосування широкозахватних с/г машин, які оптимально завантажують цей трактор.

2. Збільшення коефіцієнта використання тракторів ХТЗ-16131 на енергозберігаючій технології пояснюється додатковою завантаженістю цих тракторів на посіві та міжрядному обробітку технічних культур.

3. Середньозмінний виробіток тракторів ХТЗ-16131 на обох технологіях залишився незмінним.

4. Середня витрата палива тракторів ХТЗ-16131 на 1 ум. ет. га зменшилася на енергозберігаючій технології завдяки застосуванню цих тракторів в якості комбінованого посівного агрегату, що зменшує сумарні витрати палива на одиницю роботи.

5. Актуальність застосування передньої навіски полягає в тому, що цей технічний прийом дає значну економію палива та часу при виконанні технологічних операцій.

#### **Перелік використаних джерел.**

1. Мельник В.И., Чигрина С.А. Потребность в технике как функция специализации и размера хозяйства // Тракторы и сельскохозяйственные машины. –2009. –№ 4. С. 8-12.

2. Мельник В.И., Чигрина С.А. Основные механизмы минимизации потребности аграрного производства в тракторах и другой технике // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Випуск 124, Том 1 / Харків: Друкарня ФОП Червяк В.Є., 2012. – С. 28-41.

3. Мельник В.И., Чигрина С.А. Эффективность использования техники на полях с разной дожиной гону // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 75, Том 2 / Харків: Друкарня ФОП Червяк В.Є., 2008. – С 42-45.

4. Мельник В.И., Чигрина С.А. К определению потребности в технических средствах в зависимости от площади земельных угодий хозяйства // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Випуск 59, Том 2 / Харків: Друкарня ФОП В Червяк В.Є., 2007. С 50-55.

5. Мельник В.И., Чигрина С.А. Оцінка потреби сільгоспідприємств в техніці // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет – Вип.8. Т.1 – Мелітополь: ТДАТУ, 2008. – С. 58-65.

6. Надикто, В.Т. Нові мобільні енергетичні засоби України. Теоретичні основи використання в землеробстві [Текст]: навч. пос. / В.Т. Надикто, М.Л. Крижачківський, В.М. Кюрчев, С.Л. Абдула. – Мелітополь: ММД, 2006. — 228 с.

7. Надикто В.Т. Орно-удобрювальний агрегат /В.Т. Надикто // TheUkrainianFarmer. – №9 – 2011. – С. 22 – 23.

8. Жатвенно-луцильный агрегат на базі трактора ХТЗ-120/ В.Т. Надикто, В.Н. Кюрчев, А.М. Аюбов, В.К. Кумпан // Механізація і електрифікація сільського господарства. К. –2003, №11. – С. 12 – 15.

9. Чорна, Т. С. Експлуатаційно-технологічна оцінка асиметричного посівного агрегату [Текст] / Т.С. Чорна // Науковий вісник ТДАТУ. — Мелітополь: Таврійський державний агротехнологічний університет, 2012. — Вип. 2, Т. 3. — С. 38–43.

10. Шкарівський Г.В. Дослідження впливу загальної конструкції МЕЗ на показники його універсальності при створенні машинно-тракторних агрегатів /Г.В. Шкарівський // Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Механізація та електрифікація сільського господарства”. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”. – Вип. 88. –2004.– С. 70–77.

11. Тодоров С.П. Інтенсивні технології вирощування і збирання цукрових буряків з використанням тракторів типу ХТЗ-16131 ВАТ «ХТЗ» / С.П. Тодоров, В.В. Біблік, С.П. Гудзь, С.Л. Абдула, М.В. Роїк, В.М. Пашенко, С.І. Корнієнко // Вісті АІНУ. –2004. – №1(21). – С. 23–27.

УДК 631.171

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОБІЛЬНОГО РОЗДАВАЧА – ДОЗАТОРА КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ НОРМОВАНОЇ ГОДІВЛІ КОРІВ.

Драгнев В.А., факультет МТ, гр. 13 МБ АІ

Болтянський Б.В., к.т.н., доцент

*e-mail: b\_bolt@mail.ru*

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Проведені результати експериментальних досліджень індивідуального роздавача-дозатора комбікормів, на основі яких обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри та режими роботи конусно-лопатевого робочого органу.*

**Постановка проблеми** Збільшення виробництва з мінімальними затратами залежить як від продуктивності, так й від технології утримання, повноцінної годівлі і збалансованості кормів, використання сучасних технічних засобів механізації і автоматизації технологічних процесів. Тому тваринництву сьогодні вкрай потрібні відповідні засоби для індивідуально-нормованої годівлі, які б забезпечували необхідну продуктивність, рівномірність і точність видачі з мінімальними затратами.

**Аналіз останніх досліджень.** Значний вклад в питання вивчення ефективності роздавача – дозатора, шляхом удосконалення конструкцій машин, їх вузлів і деталей внесли такі видатні вчені, професор Сиротюк Валерій Миколайович доктор технічних наук, професор Брагінець Микола Володимирович, Кузьміч Ярослав Анатолійович та інші [1-3].

В результаті проведених досліджень визначено, що були закладені основи ефективності роздавання і дозування кормів, питання ще не отримали свого остаточного вирішення. В науковій літературі практично відсутні публікації по дослідженню ефективності роботи роздавача – дозатора. Недостатньо висвітлена методологія оцінки ефективності роботи роздавача – дозатора.

**Формулювання цілей статті.** Розглянути основні методи роздавання і дозування кормів та визначити основні шляхи підвищення ефективності процесу роботи роздавача – дозатора.

### Основна частина.

Стан здоров'я, а також продуктивність тварин залежить не тільки від якості і повноцінності їх годівлі, але й значною мірою від своєчасної нормованої видачі кормів. Дотримання технології роздавання і дозування кормів тваринам є важливою умовою забезпечення їх продуктивності. Індивідуальні роздавачі-дозатори повинні відповідати наступним вимогам(деякі з них):

- забезпечувати необхідну продуктивність, точність дозування та рівномірну видачу комбікормів на 1 погонний метр довжини годівниці;
- робочі органи роздавача-дозатора не повинні допускати втрат комбікормів;
- не створювати небезпеки для тварин і обслуговуючого персоналу, а також повинні бути простими в експлуатації та обслуговуванні, надійними й довговічними в роботі з незначною метало- та енергоємністю;
- при роботі не створювати надмірного шуму у тваринницькому приміщенні, легко очищатись від залишків комбікорму та бруду;
- забезпечувати стабільність дозування в межах допустимих відхилень при зміні фізико-механічних характеристик комбікорму.

Індивідуальний роздавач-дозатор передбачений для роботи в автоматизованій системі управління технологічним процесом виробництва молока (АСУ ТП), призначений для індивідуально-нормованого роздавання і дозування комбікормів дійним коровам і може бути використаний в режимі безперервної і дискретної норми видачі, як при прив'язній технології утримання так і безприв'язній.

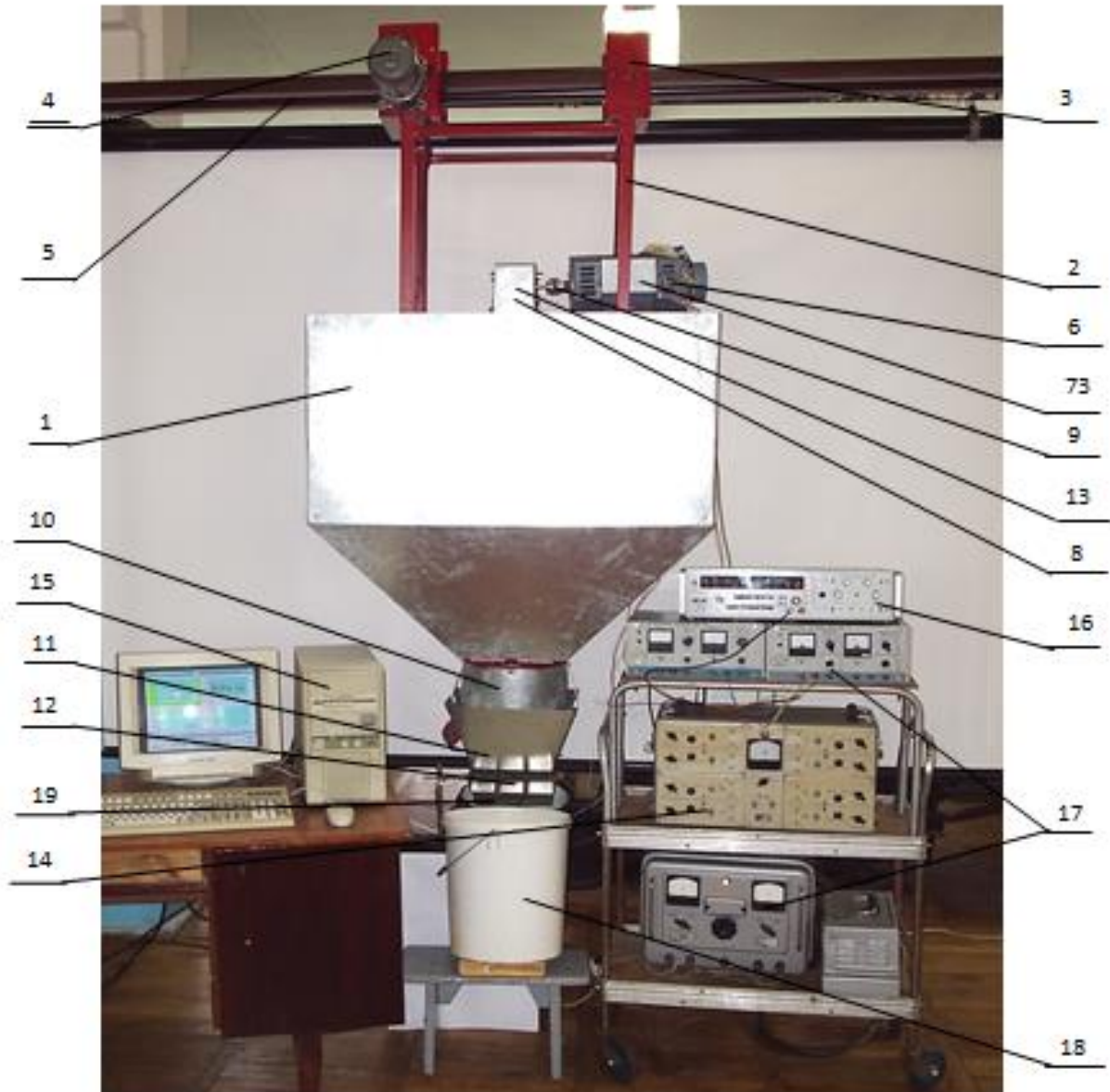


Рисунок 1. Будова експериментальної установки

1 – бункер; 2 – підвісна рама; 3 – каретка; 4 – привід на переміщення роздавача-дозатора; 5 – нерухома балка; 6 – електродвигун на привід робочого органу дозатора; 7 – вимірювач частоти обертання дозувального робочого органу; 8 – редуктор; 9 – муфта; 10 – захисний кожух; 11 – пристрій зміни напрямку руху потоку; 12 – вимірювач потоку сипучих матеріалів; 13 – вимірювач крутного моменту; 14 – тензопідсилювач 8АНЧ-7М; 15 – ПЕ-ОМ; 16 – електронний частотомір ЧЗ-54; 17 – блоки живлення ВИП-0,09 та ВСА-10А; 18, 19 – збірні місткості для збору необхідних і непотрібних порцій комбікорму.

Індивідуальний роздавач-дозатор комбікормів здійснює прямолінійний зворотно-поступальний рух по нерухомій балці 1 за допомогою кареток 2, які приводяться в дію від електродвигуна 3. При нерухомому дозувальному робочому органі 12 витікання через кільцевий зазор  $h$  між насадкою випускної горловини бункера 10 і дозувальним конусом 12 не відбувається. Обертання дозувального робочого органу 12 призводить до зсувів між шарами комбікорму в зоні зазору  $h$ , що забезпечує дозування комбікорму.

### Висновки

1. З метою обґрунтування та оптимізації конструктивно-технологічних і режимних параметрів конусного і конусно-лопатевого робочого органу були виготовлені лабораторна



установка дозатора комбікормів та експериментальна виробнича установка індивідуального роздавача-дозатора.

2. Для дослідження залежностей нерівномірності видачі комбікорму індивідуальним дозатором та роздавачем-дозатором з конусним і конусно-лопатевим робочими органами від їх конструктивно-технологічних і режимних параметрів була розроблена методика та виготовлена конструкція вимірювача потоку сипучих матеріалів.

3. Для дослідження потужності процесу дозування комбікорму конусним і конусно-лопатевим дозувальними робочими органами, була розроблена методика та виготовлена конструкція вимірювача крутного моменту для проведення експериментальних досліджень.

### **Література**

1. Степук Л. Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении/ Л.Я. Степук . – Минск.: Ураджай, 1986. – 152 с.

2. Лобанов В.И. Анализ дозаторов сыпучих кормов //Механизация производственных процессов в животноводстве. – Новосибирск, 1985.– С.39.

3. Деклараційний патент 52059. Україна, МПК А01К 5/02. Дозатор сипучих кормів. / В.І. Банга, Я.С. Жінчин, В.Т. Дмитрів і ін.– № 2002010755; Заявл. 30.01.2002; Опубл.16.12.2002, Бюл. №12.

4. Банга В.І. Експериментальні дослідження індивідуального дозатора комбікормів з конусно-лопатевим дозувальним робочим органом / Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка : вдосконалення технологій та обладнання виробництва продукції тваринництва.–2005.–Вип.42. – С. 79-83.

УДК 631. 363

## ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГРАНУЛЮВАННЯ КОРМОВИХ КОМПОНЕНТІВ

**Івченко О.М., магістрант**

**Мілько Д.О., д.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Проаналізовано сучасний стан галузі кормоприготування, зокрема гранулювання. Приймаючи до уваги той факт, що завдяки створенню повнораціонних гранул виникає можливість згодувати усі поживні речовини тварині при чому дозволяє зменшити собівартість виробництва продукції тваринництва та покращити фізіологічний стан тварин.*

**Постановка проблеми.** Для забезпечення тварин повнораціонними кормами бажано, щоб кожна порція корму, яка потрапляє до пащі містила повний набір поживних речовин та елементів у відповідному обсязі. Оскільки при розсипному виданні кормової суміші замічена тенденція вибору більш смачних компонентів тваринами. Тому постає проблема створення таких видів кормів які б у кожній частинці містили усі необхідні елементи.

**Аналіз останніх досліджень.** За видом робочих органів прилади для гранулювання та брикетування кормів розподіляються на декілька основних груп, а саме на вальцеві, шестеренні, штемпельні (плунжерні), вальцево-матричні з кільцевою або плоскою матрицями та гвинтові (шнекові, черв'ячні) [1, 2, 3].

На початку 60-х років в ряді країн набувають поширення переважно кільцеві вальцево-матричні преси безперервної дії та преси штемпельного (плунжерного) типу [4]. В нашій країні широкого практичного застосування для гранулювання та брикетування кормів також набували вальцево-матричні та штемпельні (плунжерні) робочі органи.

При використанні вальцевих пресів, які складаються з двох циліндричних вальців, які обертаються назустріч один одному, ущільнення здійснюється прикочуванням матеріалу. Преси з робочими органами вальцевого типу менш енергоємні, проте не забезпечують високий ступінь стиснення, малопродуктивні та потребують рівномірної подачі матеріалу до вальців, через що для приготування кормових гранул практично не використовуються. Однак ця схема може бути придатною для надання теплової енергії ущільнюваному матеріалу у разі необхідності зменшення її вологості. Не знайшли широкого практичного розповсюдження у тваринництві й преси-гранулятори шестеренного типу, дослідженнями яких займалися В.І. Щербіна та А.М. Шишин [5, 6].

**Формулювання цілей статті.** Аналіз досліджень вказує на доцільність створення таких агрегатів, які б мали змогу створювати гранули з повнораціонної суміші та мали б не високу енергоємність. Тому основною ціллю статті є визначення перспективних напрямків розвитку технологій гранулювання та розроблення її технологічної схеми.

**Основна частина.** Враховуючи потреби, на які планується використання вироблених гранул слід вказати на розбіжності в технологіях виготовлення гранул на кормові цілі. У разі використання гранул з компонентів які потребують термічної обробки, тобто для інактивації шкідливих речовин або для розкладу молекулярної структури, то технологічна схема лінії гранулювання буде виглядати наступним чином (рис. 1).

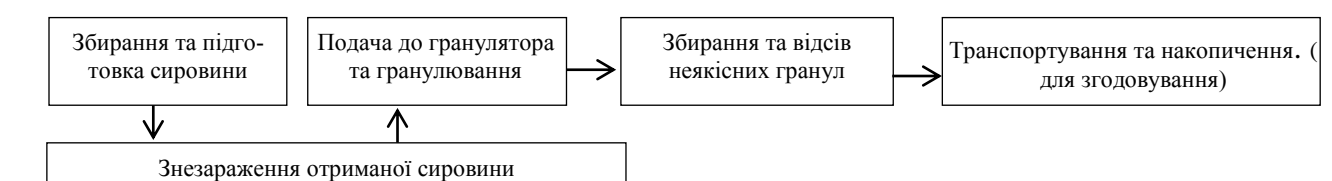


Рисунок 1 - технологічна схема процесу виробництва кормових гранул з термовпливом

Представлена на рис. 1 технологічна схема є достатньо умовною, оскільки знешкодження може відбуватися як в процесі збирання та підготовки сировини, так і безпосередньо в процесі гранулювання, при певних параметрах. Оскільки тертя сировини по матриці можна використати як джерело тепла для знешкодження патогенної мікрофлори.

На відміну від попередньої схеми, спрощена технологія виробництва гранул на кормові цілі буде виглядати наступним чином (рис. 2).



Рисунок 2 - Технологічна схема процесу виробництва кормових гранул

Реалізація представлених технологічних схем можлива при застосуванні будь-яких грануляторів, однак при впровадженні технологій гранулювання на невеликих фермських господарствах слід впроваджувати менш енергоємні технології.

**Висновки.** Отримання прибуткового виробництва продукції тваринництва в умовах фермерських господарств можливо при застосуванні запропонованих технологічних схем з використанням обладнання, яке дозволить створення повнораціонних гранул при незначній енергоємності.

### Література

1. *Пиуновский И.И.* Производство полнорационных кормов в брикетах и гранулах / *И.И. Пиуновский, В.П. Лысокопъ, Н.Ф. Короткевич* // Производство и использование полнорационных гранулированных и брикетированных кормов в животноводстве / Отделение животноводства ВАСХНИЛ ; редкол.: Л.К. Эрнст [и др.]. – М.: Колос, 1975. – С. 91-98.
2. *Беляевский Ю.И.* Полнорационные брикеты и гранулы для жвачных / *Ю.И. Беляевский, Т.Н. Сазонова.* – М.: Россельхозиздат, 1977. – 240 с. с ил.
3. *Кучинская З.М.* Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / *З.М. Кучинская, В.И. Особов, Ю.Л. Фрегер.* – М. Агропромиздат, 1988. – 208 с.: ил.
4. *Казарин М.П.* Исследование процесса брикетирования кормов на мно-гоштемпельном прессе / *М.П. Казарин, О.В. Цепляев, И.И. Беркович* // Производство и использование полнорационных гранулированных и брикетированных кормов в животноводстве / Отделение животноводства ВАСХНИЛ ; редкол. Л.К. Эрнст [и др.]. – М.: Колос, 1975. – С. 84-91.
5. *Щербина В.И.* Ресурсосберегающие процессы гранулирования и брикетирования кормов шестеренными прессами: дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.01 / *В.И. Щербина.* – зерноград, 2004. – 376 с.
6. *Шишин А.Н.* Гранулятор для кормосмесей из зерновых отходов / *А.Н. Шишин* // Сельский механизатор. – 2008. – № 3. – С. 30-31.

УДК 631.153

## ОСНОВИ ПЛАНУВАННЯ КОРМОВОЇ БАЗИ В СКОТАРСТВІ

**Ярошенко О.С.**, студент 25 САІ групи,

**Дем'яненко Д.В.**, асистент.

**E-mail: denys.demianenko@tsatu.edu.ua**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*В статті розглядаються теоретичні та практичні засади планування кормової бази в тваринництві. Велика увага приділяється формуванню ефективних раціонів годівлі ВРХ в різні періоди року, а також раціональному використанню кормів у господарстві.*

**Постановка проблеми.** Однією з головних задач сільськогосподарського виробництва є повне забезпечення населення країни продовольством. Вирішення цієї проблеми за рахунок екстенсивних способів виробництва продукції не дали позитивних результатів. Тому увага має бути зосереджена на інтенсифікації виробництва продукції. Відносно невеликий рівень продуктивності тварин і високі витрати кормів на одиницю виробленої продукції є результатом недооцінки такого важливого фактора підвищення продуктивності, як поліпшення якості кормів.

Недоробки в цьому напрямку призводить до збільшення використання концентрованих кормів, що негативно позначається на собівартості продукції тваринництва. Крім того збільшення використання концентрованих кормів призводить до зниження продуктивного довголіття корів [1].

**Аналіз останніх досліджень** показує при формуванні кормової бази підприємства, що займається виробництвом продукції тваринництва, не враховувалась можливість зменшення вмісту концентрованих кормів в раціоні за рахунок збільшення якості об'ємистих кормів.

**Метою даної статті** є розглянути основи планування кормової бази при виробництві продукції тваринництва та надати рекомендації щодо формування раціонів годівлі ВРХ в різні періоди року.

**Основні матеріали дослідження.** Збільшення продуктивності тварин пов'язано з поліпшенням якості енергетичної та протеїнової поживності не тільки об'ємистих, але і концентрованих кормів, що використовуються. Основою для підвищення їх якості є введення комплексу заходів з управління виробництвом і їх використанням. Фактором пропонованої системи заходів є чітке розмежування показників якості та кількості кормів. Кількість кормів відбивається в системі через суху речовину і натуральну вагу. Головними показниками якості кормів є концентрація обмінної енергії (КОЕ) і сирого протеїну (КСП) в сухій речовині, від яких залежить ефективність виробництва продукції, і на які можна активно впливати.

З ростом продуктивності тварин вимоги до умов годівлі зростають, і на перший план виходить організація повноцінного збалансованого годування при повному обліку потреби тварин у всіх необхідних поживних речовинах. Науково обґрунтоване годування тварин повинно підтверджуватися науково обґрунтованими планами забезпечення їх кормами.

Планування виробництва кормів супроводжується плануванням рівня продуктивності тварин і параметрів якості кормів, які в свою чергу, залежать від передових технологій їх виробництва. Ці плани розробляються на основі комплексної системи планування. В системі повинні враховуватися фактори, що впливають на годування тварин [2]. Комплексна система планування складається з:

- методів оцінки поживності кормів, нормування потреби в поживних речовинах і обмінній енергії, які є основою для складання оптимальних раціонів;
- методики планування і балансування на основі єдиних даних про поживну цінність кормів при їх заготівлі і норми годування сільськогосподарських тварин;
- контролю забезпеченості кормами планованих категорій сільськогосподарських підприємств або регіонів.

Потреби тваринництва в кормах мінливі. Вони визначаються об'ємом і концентрацією виробництва, структурою поголів'я і заданим рівнем продуктивності. Планування і балансування потреби в кормах сільськогосподарськими підприємствами, поряд з практичним годуванням і оцінкою якості кормів при їх використанні, є необхідною умовою ефективного виробництва тваринницької продукції. Тільки на основі існуючої системи оцінки кормів можна забезпечити необхідну потребу в них протягом річного виробничого циклу. Основою перспективного планування виробництва тваринницької продукції та кормів служить система планування і балансування за нормами потреби в сухій речовині, обмінній енергії, протеїні та інших поживних речовинах. У ній повинні враховуватися всі втрати пов'язані з їх виробництвом і використанням. Основне завдання планування полягає у визначенні:

- потреби в кормах для виробництва визначеної кількості продукції тваринництва;
- виходу продукції тваринництва при відомій кількості і якості кормів за певний період часу;
- витрат кормів, від яких було отримано певну кількість продукції тваринництва.

В системі організаційних заходів планування потреби в кормах ведеться за існуючими нормативами. Планування і балансування потреби в кормах за нормативами ґрунтується на забезпеченні поголів'я сільськогосподарських тварин поживними речовинами відповідно заданої продуктивності.

Організація повноцінної годівлі молочної худоби має на меті не тільки збереження здоров'я корів і підвищення їх надоїв, а й отримання молока високої якості. Першорядне значення при цьому має якість об'ємистих кормів. Низька якість викликає необхідність балансувати раціони за рахунок підвищення частки концентратів, що шкідливо для здоров'я тварин. Перевантаження раціону концентратами може привести до різних порушень в обміні речовин [3].

При плануванні річної потреби в поживних речовинах для заданої продуктивності визначають вид кормових культур, що використовуються, а також терміни їх відчуження для встановлення хімічного складу і поживності. На підставі цих даних розробляється добовий раціон на планований період годування. Виходячи з добового раціону, визначають добову норму окремих видів кормів (силос, сінаж, сіно, концентрати, макуха і т.д.) на періоди годування, що розроблюються. З урахуванням тривалості кожного періоду (зима - 245 днів, літо 120 днів) визначають потребу в окремих видах кормів на одну тварину на рік (таблиця 1). Потім підраховують сумарну кількість сухої речовини, обмінної енергії і протеїну в кормах і порівнюють отримані дані з розрахованими річними кормовими нормами для планованої продуктивності.

При необхідності проводять відповідні коригування раціонів, кормових культур або термінів їх збирання. Аналогічним чином проводять розрахунок потреби в кормах для всіх видів тварин і статевікових груп. Потім визначають потребу у всіх видах кормів для наявного поголів'я тварин в сільськогосподарському підприємстві або регіоні.

При розрахунку річної потреби в кормах в якості концентратів можливе використання зерна ячменю і соняшникового шроту, комбікорми або інші види кормів.

З метою ефективного використання концентратів, в залежності від якості об'ємистих кормів, розроблені наступні формули для розрахунку рівня включення їх до складу раціонів і сирого протеїну у концентрати. Розрахунок кількості концентратів і вмісту сирого протеїну в них проводиться за наступними формулами:

$$КК\% = \frac{100(КOE_{рац} - КOE_{ок})}{КК_{кк} - КOE_{ок}};$$

$$КСП\%_{кк} = \frac{100(СП_{рац} - СП_{ок})}{СВ_{кк}}$$

де КК – концентровані корми;  
КOE – концентрація обмінної енергії в 1 кг сухої речовини;  
КСП – концентрація сирого протеїну;  
рац – раціон;  
ок – об'ємисті корми;  
СП – сирий протеїн.

Таблиця 1 – Розрахунок річної потреби в кормах на 1 корову з удоєм 6100кг і живою масою 600кг

Корми	Зима			Літо			Вміст у кормі			Необхідний об'єм кормів	
	Середньодобова норма, кг		Необхідно на період годування	Середньодобова норма, кг		Необхідно на період годування	СВ, кг 6714	ЄКЕ 6711	СП, кг 917	розрахунковий, кг	з урахування втрат, кг
	СВ	Натуральний корм		СВ	Натуральний корм						
Сіно	2	2,35	576	2	2,35	282	730	708	102	858	944
Силос кукурудзяний	1,5	4,8	1176				360	360	28	1167	1367
Силос трав'яний	10,1	28,9	7081	5	14,3	1716	3075	2982	430	8797	10292
Зелені корми				8,1	40,5	4860	972	934	136	4860	5103
Концентрати	4	4,7	1152	3	3,53	424	1340	1742	154	1572	1576
Шрот соняшниковий	0,8	0,94	230	0,3	0,35	42	232	227	74	272	272

Слід мати на увазі, що розраховане співвідношення енергонасичених і об'ємистих кормів буде справедливим лише для збалансованих раціонів з оптимальною структурою кормів і типів годівлі. При незбалансованому годуванні витрата концентратів буде вище.

Наведені дослідження переконливо показують, що кількість концентратів і зміст в них сирого протеїну залежить від насиченості об'ємистих кормів обмінною енергією і сирим протеїном. По мірі збільшення концентрації обмінної енергії і сирого протеїну в об'ємистих кормах знижується потреба в концентратах і в білкових добавках. Підвищення концентрації обмінної енергії в сухій речовині концентратів призводить до зменшення їх нормативів річного споживання [4].

**Висновок.** Практичне значення планування виробництва кормів полягає в забезпеченні певного поголів'я сільськогосподарських тварин необхідною кількістю поживних речовин відповідно до заданої продуктивності, в раціональному використанні земельних ресурсів при виробництві кормів і ефективному споживанні їх тваринами. Концентрація поживних речовин в сухій речовині об'ємистих і концентрованих кормів є найважливішим показником що характеризує їх якість і, в значній мірі, визначає ефективність використання кормів при виробництві продукції тваринництва. Знання закономірностей продуктивного використання обмінної енергії і протеїну відкриває перспективу науково-обґрунтованого планування виробництва кормів.

#### Список використаних джерел.

1. Бусенко О.Т. Оцінка енергетичної поживності кормів / О.Т. Бусенко, В.Є. Скоцик, М.І. Маценко та ін. - Технологія виробництва продукції тваринництва - К.: «Агроосвіта», 2013. – 492 с.
2. Степасюк Л.М. Кормова база, як один із чинників підвищення ефективності виробництва продукції скотарства / Л.М. Степасюк, З.М. Тітенко -К.: «Агросвіт», № 21 2016. – 15 с.
3. Костецький Я.І. Інтенсифікація тваринництва та його економічна ефективність / Я.І. Костецький - Вісник Міжнародного слов'янського університету. – Харків, Том XV. №2. 2012. – 106 с.
4. Гаганов А. Планирование кормовой базы в скотоводстве / А. Гаганов - Эффективное животноводство №3, 2016. - 13 с.
5. Бабік Н. П. Формування м'ясної продуктивності у великої рогатої худоби / Н. П. Бабік, Є. І. Федорович [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.inenbiol.com/ntb/ntb7/93.pdf>

УДК 62-93:681.5

## ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ САЛАТІВ ТА ЗЕЛЕНІ У ІНДУСТРІАЛЬНІЙ ТЕПЛИЦІ

Кривий П.І., 4 курс, ОС Бакалавр  
Кондратюк А.М., 1 курс, ОС Магістр  
Куликівський В.Л., к.т.н.

e-mail: [petruha16kryvvi@gmail.com](mailto:petruha16kryvvi@gmail.com)

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

e-mail: [kylikovskiyv@ukr.net](mailto:kylikovskiyv@ukr.net)

Житомирський національний агроекологічний університет

*Приведена технологія та рекомендації для вирощування салатів та зелені на високотехнологічних автоматизованих лініях в умовах захищеного ґрунту. Обґрунтована необхідність реорганізації виробничих потужностей теплиці та переоснащення її під вирощування салатної продукції методом гідропоніки.*

**Постановка проблеми.** В Україні цілорічне виробництво овочів і зелені в теплицях поки ще недостатньо розвинене. Вітчизняні тепличні господарства забезпечують, за даними Мінагрополітики, не більше 20 % ринку, і лише в пік сезону їх частка доходить до 50 % [1,2]. Це пояснюється тим, що вирощування культур в закритому ґрунті істотно дорожче за собівартістю і вимагає вкладення більших початкових коштів, ніж у відкритому, тому даний напрямок менш популярний серед вітчизняних аграріїв. Разом з тим, розвиток тепличних технологій не стоїть на місці. Завдяки їм вже вдалося збільшити врожайність парникових овочів і зробити цей вид агробізнесу більш вигідним.

Особливо перспективними є такі, поки ще недостатньо освоєні в нашій країні ніші, як вирощування салатів і зелені. Завдяки поширенню серед населення моди на здорове харчування, все більше міських жителів доповнюють свої столи листям салатів та іншою зеленню. Завдяки зростаючому попиту, ємність вітчизняного ринку салатів росте з кожним роком. В умовах недостатнього українського виробництва, це призводить до зростання імпорту даної продукції. Експорт же перебуває на мінімальній позначці.

**Аналіз останніх досліджень.** Середній вегетаційний період вирощування салатів і зелені складає 33 дні та включає ряд технологічних операцій, зокрема посів насіння і збирання готової продукції [3, 4]. Період виробництва є реалістичним, при умові вирощування салатів у Європейській зоні та використання штучного доосвітлення на протязі 6-7 місяців.

**Мета статті.** Обґрунтувати необхідність реорганізації виробничих потужностей теплиці та переоснащення її під вирощування салатів та зелені методом гідропоніки з повторним використанням маточного розчину для зрошення.

**Основні матеріали дослідження.** Початкова стадія виробництва складається з посіву насіння в касети з горшками. Спеціальний пристрій автоматично розміщує касети на висівну лінію, де згодом вони наповнюються субстратом. Під дією пристрою ущільнення, субстрат приймає в касеті необхідну форму, а висівний апарат барабанного типу розміщає необхідну кількість насіння. Наступним етапом посіву, є укриття касети з субстратом тонким шаром вермикуліту та розміщення її в зрошувальний тунель висівної лінії. Із зони посіву касети розміщують на спеціальні візки, які транспортуються в камеру для пророщування, касети для більш пізнього використання розміщують в холодильній камері. Після 2-3 днів перебування в камері пророщування, касети з рослинами переміщують в розсадне відділення, де вони поміщаються на роликові стелажі. Розміщення на платформі залежить від віку розсади: більш рання розсада, знаходиться на початку роликової платформи, а більш пізня – в її кінці. В розсадному відділенні горшки у касетах зрошуються за допомогою зрошувальної штанги.

Після 9-11 днів перебування в розсадному відділенні, рослини переміщують у виробниче відділення, де розміщуються на рухомі жолоба салатної лінії. Пересадка в жолоба здійснюється за допомогою спеціальних пересадочних вилок. У виробничій зоні продукція знаходиться на протязі 21 дня і автоматично переміщується від початку лінії, де була здійснена

посадка, в її кінець – в зону збирання готової продукції, відстань між жолобами збільшується у залежності від віку рослин та їх форми.

Зрошення здійснюється за допомогою комп'ютеризованого міксеря та крапельниць, що оснащені компенсаторами тиску. Живильний розчин по системі магістральних трубопроводів та розподільних колекторів через калібровані отвори потрапляє в канали жолобів з рослинами (рис. 1).

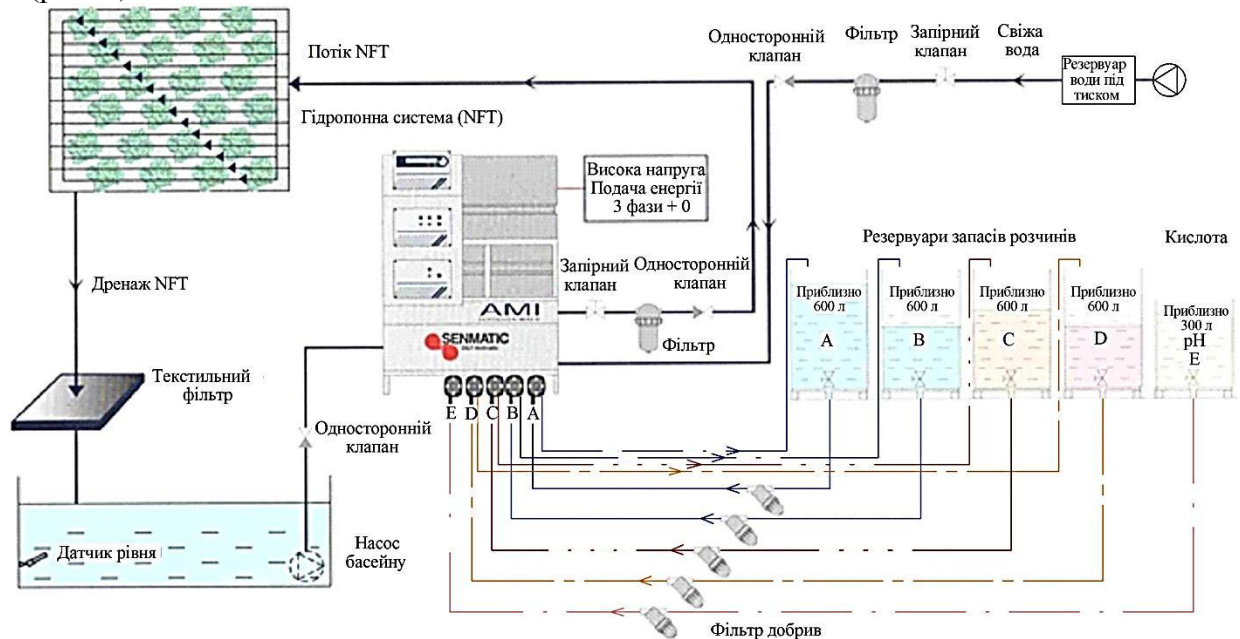


Рисунок 1 – Принцип роботи технологічної лінії для вирощування салатів та зелених

Приготування живильного розчину виконується шляхом розчинення необхідних мінеральних добрив у воді та доведення кислотності (рН) до величини 5,5-6,0. Електропровідність (ЕС) розчинів в осінньо-зимовий період повинна складати 2,0-2,2 мСм/см, а у весняно-літній період – 1,2-1,7 мСм/см, в залежності від освітлення та температури. Безґрунтове вирощування дозволяє повністю керувати живленням рослин. Для контролю режиму живлення необхідно періодично аналізувати живильний розчин і щоденно слідкувати за показами рН та ЕС і при необхідності ввести корекцію на макро- та мікроелементи. Необхідно один раз в три тижні проводити заміну живильного розчину з дренажного басейну, так як в ньому накопичуються сірка та рештки субстрату.

На протязі всього періоду росту рослини виконується штучне доосвітлення спеціальними лампами, а також для підтримання сприятливого мікроклімату використовується зволоження рослин системами «Туман» та в залежності від температури навколишнього середовища – охолодження.

При вирощуванні салатної продукції в теплиці площею 1 га прогнозується наступна витрата енергетичних та природних ресурсів, що регламентована технологією на вирощування даного виду продукції рослинництва:

- вода – 12500 м<sup>3</sup>;
- електроенергія – 150 МВт год/рік (80-100 Ватт/м<sup>2</sup>);
- опалення теплиці – 16000 ГДж/ 1 га в рік (природний газ – 38,16 МДж/м<sup>3</sup> – 420 тис. м<sup>3</sup>; вугілля – 31,10 МДж/кг – 515 тон/рік).

Річні витрати на газ складуть 3,6 млн грн, на вугілля – 2 млн грн. Усереднені річні витрати на освітлення – 240 тис. грн.

Зниження витрат енергоносіїв досягається шляхом скорочення кількості контурів опалення теплиці, а саме демонтажу ростового контуру, що використовувався при вирощуванні томатів (рис. 2).

При вирощуванні салатної продукції, за даною технологією, спостерігається значне скорочення витрат на мінеральні добрива і споживання води, так як використовується прин-



цип акумуляції та повторного використання дренажного розчину, який поступає в акумуляційний басейн з зони вирощування рослин після кожного їх зрошення.

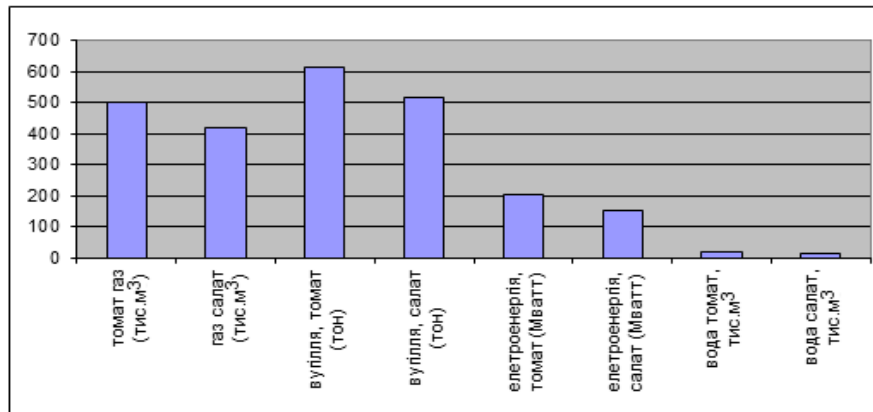


Рисунок 2 – Річні витрати ресурсів при вирощуванні продукції рослинництва у натуральному вигляді

Відбувається повторний забір через систему фільтрів і ультрафіолетове (УФ) очищення дренажного маточного розчину міксером та вирівнювання кислотності (рН) та електропровідності (ЕС) до значень необхідних для вирощування салатної продукції та зелені, шляхом додавання при необхідності чистої води та мінеральних добрив.

Щодо річних затрат на мінеральні добрив то вони складають:

- при технології вирощування томатів – 783 тис. грн;
- при технології вирощування салатів – 417 тис. грн.

Прогнозована економія складе 366 тис. грн/рік, даний ефект досягається завдяки повторному використанню дренажного маточного розчину для зрошення, з частковим додаванням чистої води та мінеральних добрив для забезпечення оптимального рівня рН та ЕС.

Для переходу з технології вирощування томатів на технологію вирощування салатної продукції необхідне технологічне переоснащення відділень тепличного комплексу. Постачальником технологічних систем є Датське підприємство Danish Greenhouse Supply A/S. Вартість технологічного обладнання 495610 євро.

Загальна вартість проекту 781790 євро. Чистий прибуток (при річній виробничій програмі 3 млн горшків/рік) 495 тис. євро, а строк окупності капіталовкладень – 1,6 роки.

**Висновок.** Використання високотехнологічної автоматизованої лінії дає змогу отримати до 10 урожаїв салатної продукції протягом року (навіть у зимовий період).

Запропонована технологічна лінія дозволяє зменшити кількість ручної праці та повністю автоматизувати, роботизувати процеси виробництва салатної продукції.

#### Список використаних джерел.

1. Гавриш О. М. Маркетинговий аспект діяльності тепличних господарств / О. М. Гавриш // Науковий вісник НУБіПУ. Економіка, аграрний менеджмент, бізнес. – К.: Ред-вид. відділ НУБіПУ, 2012. – Вип. 169, Ч. 2. – С. 91-94.
2. Чепурна Н. В. Збереження енергоресурсів та підвищення конкурентоздатності тепличних господарств / Н. В. Чепурна // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – К.: КНУБА, 2007. – Вип. 11. – С. 83-88.
3. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Навсальний посібник / Л. С. Гіль, В. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. – Вінниця: Нова Книга, 2008. – 368 с.
4. Таргоня В. Перспективи використання біотехнологічних альтернатив для вирощування біологічної продукції в гідропонних установках / В. Таргоня // Техніка і технології АПК. – 2010. – № 8 (11). – С. 4-6.

УДК 631.171

## РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

**Марченко Д.Д., к.т.н, доцент**

**e-mail: marchenkodd@mnau.edu.ua**

*Миколаївський державний аграрний університет*

*Пропонується конструкція пристрою для випробування робочих органів сільськогосподарських машин для проведення лабораторно-польових робіт, яка дозволяє зменшити витрати в порівнянні з ґрунтовим каналом і забезпечує прямолінійність і точність витримки глибини обробки, що значно скорочує витрати енергії.*

**Постановка проблеми.** Випробуванням сільськогосподарських машин займаються відповідні науково-дослідні заклади, які вивчають експлуатаційні та економічні питання.

Основними завданнями випробувань є:

а) оцінка працездатності і продуктивності тракторних агрегатів і сільськогосподарських машин в даних ґрунтово-кліматичних і рельєфних умовах;

б) дослідження можливостей більш ефективного використання існуючих сільськогосподарських машин (поліпшення регулювань, розробка режимів роботи, обкатки, агрегування та ін.);

в) розробка вимог до перспективних тракторних агрегатів і сільськогосподарських машин, що працюють в різних ґрунтово-кліматичних зонах;

г) вирішення спеціальних питань, які пов'язані з розробкою методики технічного нормування тракторних робіт, визначення строків служби деталей, виявлення і аналіз величин втрат в різних вузлах тракторів та сільськогосподарських машин, а також причин, які викликають несправності у вузлах та агрегатах;

д) визначення величини зовнішніх сил, що діють на трактор або його окремі вузли, споживаної потужності і міцності конструкції;

е) виявлення динамічних, економічних і експлуатаційних якостей тракторів та сільськогосподарських машин;

ж) обкатка нового тракторного агрегату або сільськогосподарської машини після ремонту та технічного обслуговування.

**Аналіз останніх досліджень.** Трактори, тракторні агрегати і сільськогосподарські машини випробовують в лабораторних, лабораторно-польових і господарських умовах [1].

Лабораторні випробування здійснюються за допомогою спеціального обладнання на ґрунтовому каналі з різними за типом властивостями ґрунтами. Ці випробування дають можливість за короткий час одержати більш точні результати, ніж при польових випробуваннях в природних ґрунтових умовах.

Польові випробування часто проводяться з метою остаточної перевірки роботи і надійності трактора або агрегату в різних природно-економічних зонах на різних ґрунтах та при неоднакових погодних умовах.

Господарські випробування тракторних агрегатів являють собою заключний етап, що враховує не тільки природно-економічні і ґрунтові умови, але й вплив кваліфікації обслуговуючого персоналу на якість роботи тракторів, організацію робіт та ін.

В залежності від цілей і завдань випробувань тракторів та сільськогосподарських машин, а також виду випробувань застосовуються відповідні прилади і апаратура.

**Мета статті.** Мета роботи полягає в розробці пристрою для випробування робочих органів сільськогосподарських машин, що буде сприяти підвищенню ефективності випробувань і зменшенню трудомісткості робіт.

**Основні матеріали дослідження.** Пропонується конструкція пристрою призначена для лабораторно-польових випробувань сільськогосподарської техніки, а також може бути ви-

користана на підприємствах і в господарствах, де виготовляються дослідницькі зразки робочих органів сільськогосподарської техніки.

На теперішній час відомі пристрої і установки, за допомогою яких можна провести випробування знов створюваних конструкцій робочих органів різноманітних сільськогосподарських машин, які взагалі виконують операції по підготовці ґрунту, посіву, та насадження різноманітних сільськогосподарських культур.

Одним з найбільш розповсюджених пристроїв є ґрунтовий канал, до складу якого входить вузькоколійна залізнична дорога на ґрунтовому полотні, на якому розташований візок з електричним приладом. До нього кріпляться випробувальні зразки робочих органів сільськогосподарських машин [1], застосування якого недоцільне через невисоку точність вимірювання, низький ступінь використання, є стаціонарним засобом, займає велику площу і неможливість міняти тип ґрунту.

Також, в якості пристроїв для випробування робочих органів є ґрунтова полоса [2], на якій з обох сторін на залізничній дорозі встановлені барабани з приводною станцією. До тросу, який намотується на барабани, кріпиться опірний візочок з пристроєм для випробування, до якого кріпляться робочі органи, які випробовуються [3].

Однак, в пристрої при випробуванні робочих органів виникають поперечні і продольні зусилля, що унеможливають дотримання курсової стійкості і здійснення зворотного робочого руху.

Тому, основна задача полягала у створенні пристрою для випробування робочих органів сільськогосподарських машин на різних типах ґрунтів, робочий орган сільськогосподарської машини закріплюється до поворотної плити, яка закріплена на кінці ферми знизу, що кріпиться до рами трактора і має можливість повертатися на 180 градусів, що забезпечить достатню точність проведення випробувань робочих органів в одному і другому напрямку руху, підвищить курсову стійкість, глибину обробки і відхилення від заданої глибини, зміна більшого діапазону швидкостей для проведення випробувань, можливість випробовувати на різних типах ґрунтів.

На рис. 1 приведено схему випробування робочих органів сільськогосподарських машин за допомогою трактора.

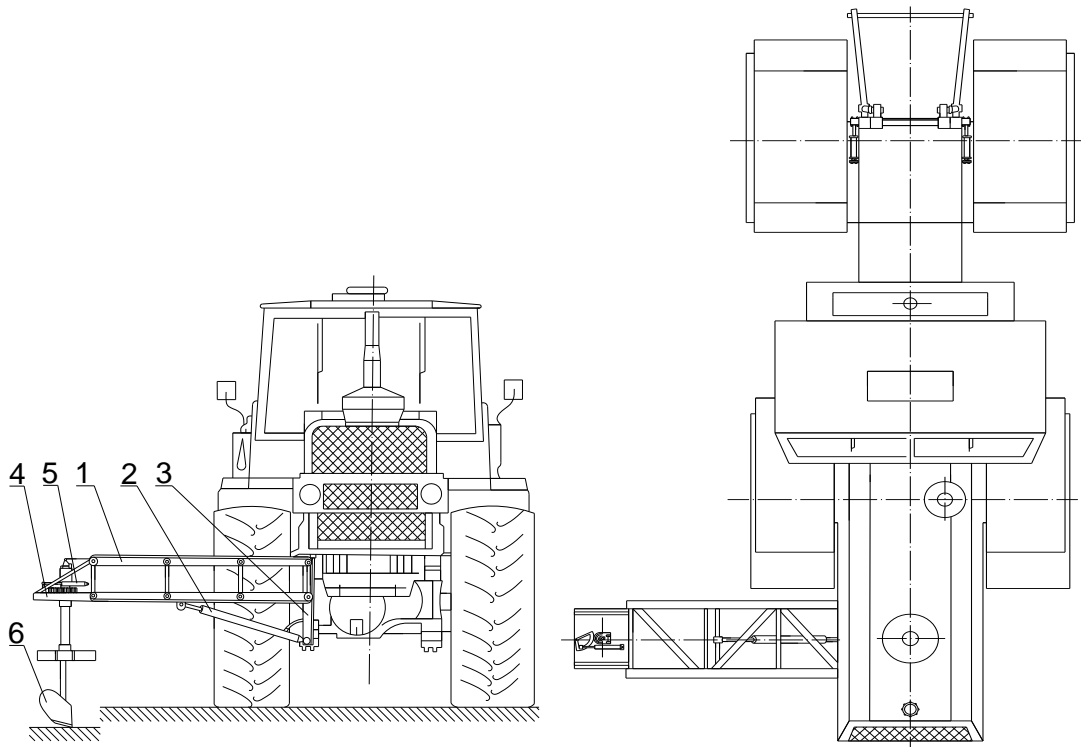


Рисунок 1 - Схема кріплення пристрою на тракторі при випробуванні робочих органів сільськогосподарських машин

На рис. 2 приведено конструкція пристрою для випробування робочих органів сільськогосподарських машин.

Пристрій складається із ферми 1 кінець якої може займати будь-яке положення по висоті за допомогою гідроциліндру 2, що закріплений на передній частині рами 3 трактора і керується із кабіни трактора. На кінці ферми 1 знизу прикріплюється поворотна плита 4 з циліндричною парою 5, до якої прикріплений, випробуваний робочий орган 6 сільськогосподарської машини. Поворотна плита 4 за допомогою гідроциліндра 2 і циліндричної пари 5 може обертатися навколо вертикальної осі на 180 градусів, що дає можливість здійснення повороту робочого органу 6 для роботи при русі трактора вперед і назад.

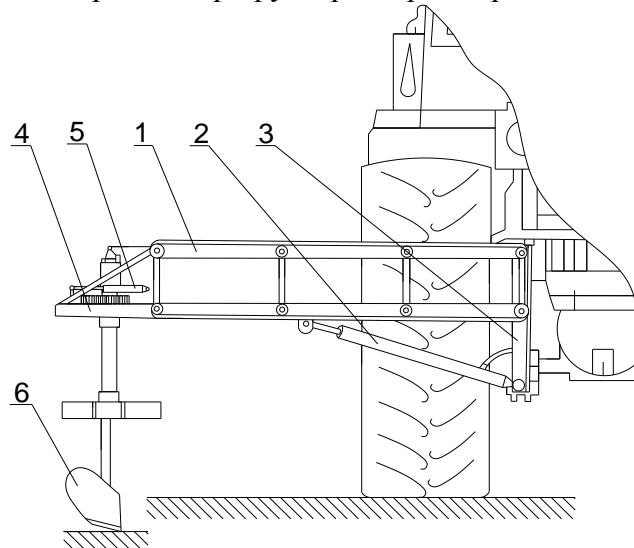


Рисунок 2 - Конструкція пристрою для випробувань робочих органів сільськогосподарських машин

Пристрій працює таким чином. Трактор з начепленим на рамі 3 пристроєм з фермою 1 рухається вперед по рівній полосі до кінця ділянки. Потім, за допомогою гідроциліндра 2 і поворотної плити 4, з циліндричною парою 5, робочий орган 6 сільськогосподарської машини повертається на 180 градусів і здійснюється робочий хід при русі трактора заднім ходом. При цьому витримується задана глибина обробки завдяки можливості встановлення її величини за рахунок гідроциліндра 2, а рух трактора по рівній основі забезпечує задану глибину обробки і виключає наявність спеціальних опорних коліс для витримки глибини обробки.

**Висновок.** Таким чином, застосування запропонованого пристрою дозволить проводити випробування робочих органів в одному і зворотному напрямку руху, підвищить курсову стійкість, глибину обробки і відхилення від заданої глибини, змінить більшого діапазону швидкостей для проведення випробувань, можливість випробувати на різних типах ґрунтів і випробування робочих органів роторного типу з гідравлічним приводом, що підвищить точність проведення випробувань.

#### Список використаних джерел

1. Кальбус Г.Л. Прилади для лабораторних і польових випробувань тракторів та сільськогосподарських машин / Г.Л. Кальбус, В.І. Кірса – К.: Держ. вид. сільськогосподарської літ. Української РСР, – 1963. С. 5 – 49
2. Завалишин Ф.С. Методи исследований по механизации сельскохозяйственного производства / Ф.С. Завалишин, М.Г. Мацнев – М.: Колос, 1982. – С. 44 – 67
3. А. с. 1605950 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 01 В 67/00. Устройство для определения тягового сопротивления навесных сельскохозяйственных машин / А.М. Салдаев (СССР). - № 4646185/30-15; заявл. 26.12.88; опубл. 15.11.1990, Бюл. № 42.

УДК 631.138

## РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОМІШОК В ЖИВЛЕННІ ТВАРИН

Бдуленко Д.О., магістрант

Болтянська Н.І., к.т.н., доцент

e-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Висвітлено роль мінеральних домішок в живленні тварин.*

**Постановка проблеми.** У нашій країні скотарство є однією з провідних галузей сільськогосподарства і головною галуззю тваринництва. Практично від великої рогатої худоби отримують все вироблене молоко (98%) і близько 40% м'яса. Подальший розвиток скотарства визначається необхідністю збільшення високоцінних продуктів харчування (молока, яловичини, телятини), на основі використання незатребуваних потенційних можливостей великої рогатої худоби. Це можливо досягти лише при організації повноцінної і раціональної годівлі тварин [1].

Основою ефективного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля, яка забезпечується, в першу чергу, виробництвом достатньої кількості кормів, зниження втрат їх поживності при заготівлі, зберіганні, а також правильною підготовкою до згодовування. Про значення повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин можна судити по тим факті, що в структурі собівартості продукції частка кормів складає при виробництві молока 50...55%; яловичини 65...70%, свинини 70...75% [2].

**Аналіз останніх досліджень.** Структуру сукупних енергетичних витрат сьогодні здебільшого представляють 6 показниками витрат: праця, теплозабезпечення, виробництво кормів, паливо, машини й устаткування, електроенергія (рис. 1).

У зв'язку з тим, що основним енергетичним матеріалом при виробництві продукції тваринництва є корми, у загальних енергетичних витратах на виробництво тваринницької продукції витрати на їхнє виробництво і приготування складають 54...60%. Робота в напрямку підвищення ефективності використання кормів дають найбільші результати в енергозбереженні [1-3].

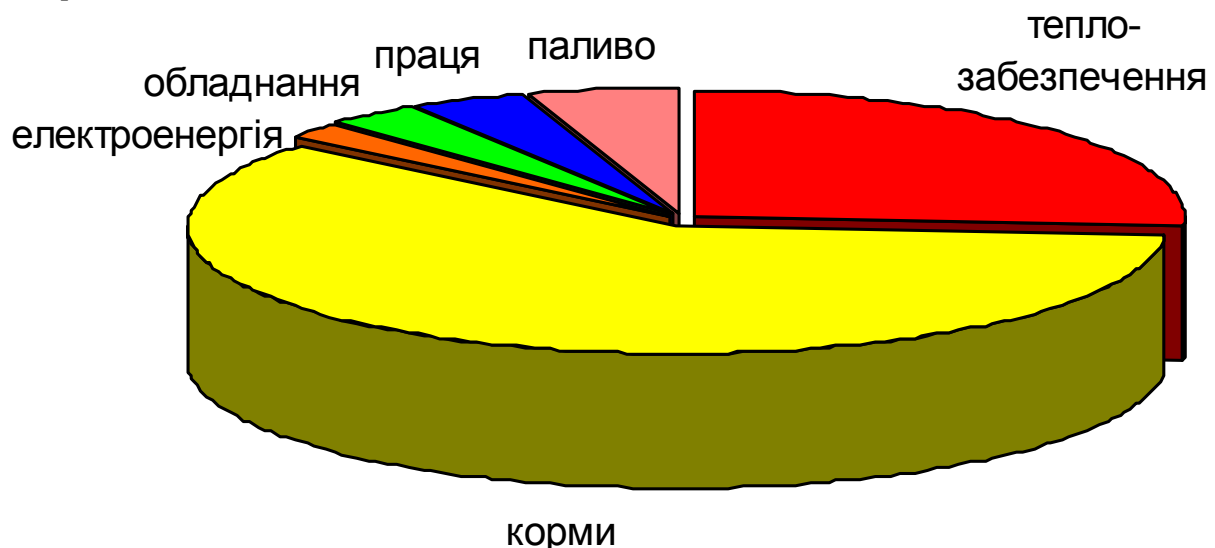


Рис. 1 – Структура витрат енергії по МТФ

Результати чисельних науково-господарських досліджень показали, що зниження енергії на перетравлення кормів досягається згодовуванням повнораціональних сумішей, збалансованих за всіма поживними речовинами, макро- і мікроелементами. При згодовуванні кормо-

сумішей продуктивність корів підвищується до 15%, а середньодобові прирости – на 8,5% при зниженні витрат кормів на 7...10,8% у порівнянні з роздільним згодовуванням[4].

**Формування цілі статті.** Роль мінеральних домішок в живленні тварин.

**Основна частина.** Мінеральні домішки. За нестачі мінеральних елементів у раціонах тварин їх компенсують додаванням до суміші концентрованих кормів і комбікормів солей макро- та мікроелементів.

У годівлі тварин найширше використовують харчову сіль для поповнення нестачі натрію і хлору. Рослинні корми бідні на ці елементи, а потреба в них, особливо у жуйних, значна. Натрій використовується на синтез бікарбонату натрію, який виділяється зі слиною й нейтралізує кислоти, що утворюються під час бродіння вуглеводів у передшлунках.

Свиням і птиці згодовують харчову сіль подрібненою, ретельно нормуючи її кількість під час введення до комбікормів чи раціонів. Жуйним і коням, крім даванки солі з комбікормами за нормою, забезпечують вільний доступ до солі-лизунця, яку розкладають на вигульних двориках. Харчової солі згодовують молочним коровам 7-8 г на кормову одиницю, молодняку на відгодівлі — 5-7, вівцям — 6-10, свиням — 4-5, а коням — 6-9 г на 100 кг живої маси, птиці — 0,4-0,5 г на 100 г комбікорму (табл. 1).

Таблиця 1 – Норми харчової солі за видом тварин

Вид тварин	Норма
Молочні корови	7 г на 1 к. од.
Молодняк на відгодівлі	5-7 г на 1 к. од.
Вівці	6-10 г на 1 к. од.
Свині	4-5 г на 1 к. од.
Коні	6-9 г на 100 кг живої маси
Птиця	0,4-0,5 г на 100 г комбікорму

Нестачу кальцію в раціонах поповнюють крейдою (37% кальцію), вапняками (33%), подрібненими черепашками (38%). Останні дають переважно птиці, оскільки вона виділяє мало слини і важко ковтає крейду, яка гігроскопічна.

Дефіцит фосфору компенсують за рахунок солей фосфорної кислоти — моно-, динатрійфосфату (23-20% фосфору) —  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , моно-, діамонійфосфату (25 і 23% фосфору) —  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ .

У значній частині мінеральних домішок містяться кальцій та фосфор. Це трикальційфосфат (32% кальцію і 14,5% фосфору), знефторений фосфат (36% кальцію й 16% фосфору), фосфорнокислий кальцій одно- і двозаміщені, що містять відповідно 16% кальцію, 26 — фосфору і 23 — кальцію, 17% фосфору, кісткове борошно (26% кальцію і 14% фосфору) та ін.

Джерелом поповнення мікроелементів у годівлі тварин є переважно солі сірчаної й соляної кислот. Нестачу заліза в раціонах компенсують за рахунок залізного купоросу ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), а мідь — за рахунок мідного купоросу ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ). Найширше застосовують залізовмісні препарати для профілактики анемії у поросят, рідше – у телят і ягнят, а також у раціонах молодняку і дорослих тварин за нестачі заліза у кормах. Використовують також сірчаноокислий цинк, сірчаноокислий марганець, йодистий калій, хлористий кобальт тощо.

Частково як мінеральну добавку використовують цеоліти. Це кристалічні пористі алюмосилікати, які є природними адсорбентами. Вони зв'язують і виводять з організму шкідливі речовини, позитивно впливають на перетравність та засвоєння поживних речовин, підвищують продуктивність тварин і відтворну здатність корів, знижують витрату корму на приріст живої маси у молодняку великої рогатої худоби, свиней та птиці. До складу комбікормів вводять 3-5% цеолітів, а коровам їх дають 50 г на 100 кг живої маси.

#### **Висновок.**

В зв'язку з тим, що сучасні технології зайшли далеко вперед, ми маємо велике розмаїття кормових добавок. Кожна з них відрізняється і за складом, і за способом вживання, тобто має свої особливості. Але її усіх об'єднує одне – вони всі направлені на покращення функці-

онування організму тварини або птаха в цілому. При використанні якісних добавок із правильним, збалансованим вживанням ми зможемо забезпечити нормальний обмін речовин в організмі у тварини, здорове функціонування всіх внутрішніх органів і систем, а також додатковий приріст.

Вони необхідні для того, щоб забезпечити організм тварини всіма необхідними вітамінами і мікроелементами, адже тільки так можна бути впевненими в тому, що кінцевий продукт - м'ясо, буде по-справжньому корисний для людини.

### **Література**

1. *Скляр О. Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська*. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
2. *Макарець Н. Г.* Технология производства и переработки животноводческой продукции. - Калуга: «Манускрипт», 2005.
3. *Нечаев, В.* Разработка направлений инновационного развития животноводства / *В. Нечаев, Е. Артемова, С. Фетисов* // Экономика сельского хозяйства России. - 2009. - № 12. - С. 38-48.
4. *Болтянська Н. І.* Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции / *Н. І. Болтянська* // Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2012/ Vol.14. No3, b.-P.164-175.

УДК 636.084

## ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ВЕЛИКІЙ РОГАТІЙ ХУДОБІ

Береснев Б.А., 4 курс

Дереза С.В., ст. викладач

e-mail: serhii.dereza@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Проведено аналіз сучасних технічних засобів для приготування та роздавання кормів великій рогатій худобі.*

**Постановка проблеми.** Перехід до ринкових умов господарювання в сільськогосподарському виробництві взагалі, в тому числі й у такій галузі, як тваринництво, вимагає не тільки збільшення обсягу, а й зниження собівартості виробленої продукції, при якості, яка могла б відповідати загальнодержавним та світовим стандартам. Основними умовами забезпечення розвитку галузі, поряд із зміцненням кормової бази є виконання технологічних процесів із використанням сучасних високопродуктивних та надійних засобів механізації та автоматизації.

Відомо, що якість годівлі тварин залежить від засобів механізації роздавання кормів та правильно підбраної технології. На цей процес припадає 25-35% всіх трудовитрат при виробництві молока та м'яса [1].

Виходячи із сказаного, питання підбору ефективних існуючих, чи розробка нових засобів механізації роздавання кормів для відгодівельних ферм ВРХ, на даний момент часу є значно актуальним.

**Аналіз останніх досліджень.** Однією із основних тенденцій розвитку техніки для молочного і м'ясного скотарства являється розробка і виробництво різноманітних по конструктивному виконанню та функціональним можливостям машин для приготування і роздавання кормів. Це дає сільгоспвиробникам широкі можливості при комплектуванні оптимального складу парку техніки для ефективного годування тварин із врахуванням усіх особливостей кожного конкретного підприємства: розмір ферми, спеціалізація, рівень розвитку інфраструктури, рівень технічного оснащення, технологія годування, кормові раціони тощо [2,3,4].

**Формулювання цілей статті.** Проаналізувати сучасні технічні засоби для приготування та роздавання кормів великій рогатій худобі.

**Основна частина.** Для невеликих по розміру ферм із роздільним типом годування випускається досить широкий спектр обладнання, яке монтується на фронтальну або задню навіску енергетичного засобу. Так, фірма «Emily» (Франція) випускає пристрої ковшового типу з подавальним шнеком різного розміру (ширина – 1,4...2,8 м, місткість – 0,5...3,7 м<sup>3</sup>). Вони приєднуються до фронтальної навіски трактора і можуть виконувати забір, транспортування і роздавання різних кормів. Для перемішування і роздавання кормів фірма випускає роздавач ковшового типу Duo-Mix місткістю 0,9, 1,1, 1,6 і 1,9 м<sup>3</sup> (рис. 1).



Рис. 1. Роздавач ковшового типу Duo-Mix



Рис. 2. Ковшовий роздавач MixerAugerBucket



Для забору силосної маси із бурта фірма оснащує свої ковшові роздавачі MixerAuger-Bucket завантажувальним пристроєм у вигляді фрези (рис. 2).

Обладнання (в основному бункерного типу) приєднується до задньої навіски трактора і дозволяє виконувати само завантаження грубих кормів, їх подрібнення, транспортування і роздавання. При цьому тип пристрою, що використовується для само завантаження залежить від того, в якому вигляді знаходиться корм: тюки, рулони, у бурті тощо. Для завантаження рулонів і тюків, в основному, використовуються задні гідрофіковані борта бункера. Таке обладнання випускається фірмами «Jeantil» (Франція) – модель PR 2000 R, «Silofarmer» (Франція) – модель 280, «Gyax» (Франція) – модель Silodis 2702, «Jeulin» (Франція) – модель Oceane.

Раніше найбільш поширеними в закордонних господарствах були горизонтальні кормозмішувачі, і частка змішувачів-кормороздавачів з горизонтальною системою подрібнення-змішування (з одним, двома, трьома або чотирма шнеками) на європейському ринку до останнього часу перевищувала половину всього об'єму продаж. В дійсний час представники більшості фірм відмічають різке збільшення попиту споживачів на змішувачі-кормороздавачі із вертикальною системою подрібнення-змішування.

Тенденція збільшення попиту на дане обладнання обумовлена високою якістю приготування кормосуміші із збереженням структури корму. Крім того, воно має просту конструкцію, виконує ефективну обробку тюків і рулонів, зручне в експлуатації та обслуговуванні. У розрахунку на 1 м<sup>3</sup> місткості бункера вертикальні кормозмішувачі дешевші горизонтальних, мають менше швидко зношуваних деталей, легше переобладнуються на двостороннє роздавання корму.

Незважаючи на незаперечні достоїнства вертикальних кормозмішувачів, ведучі виробники цього обладнання ведуть активну роботу по вдосконаленню конструкцій даних машин. Так, фірма «AFTsrl» (Італія) випустила серію вертикальних змішувачів-кормороздавачів MODUSII, які забезпечують підвищення однорідності змішування вихідних компонентів кормосуміші. В кормозмішувачах цієї серії висока якість змішування забезпечується за рахунок розміщення вертикальних шнеків машини на різних рівнях, які відрізняються по висоті мінімум на 15 см (рис. 3).

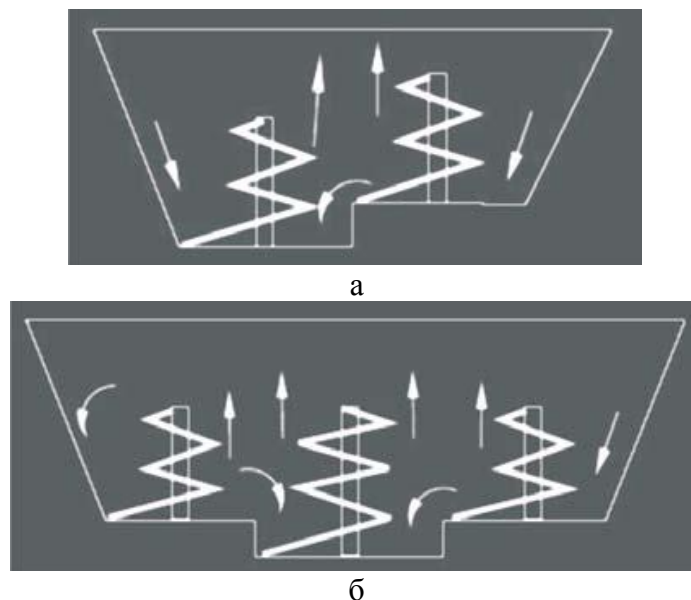


Рис. 3. Технологічна схема процесу змішування в кормозмішувачі MODUSII:  
а – з двома вертикальними шнеками; б – з трьома вертикальними шнеками

Конструктивне виконання системи подрібнення-змішування забезпечує ефективну циркуляцію потоків кормової суміші по всій місткості бункера машини, що сприяє приготуван-

ню високоякісних кормів ізлюбих вихідних компонентів: довговолокнистих, подрібнених, вологих, злиплих і т.д.

Для зменшення габаритних розмірів машин фірма «Strautmann GmbH» (Німеччина) встановлює в бункері нового змішувача-кормороздавача Verti-Mix Double K два вертикальних шнека різного діаметра (діаметр шнека, розміщеного в передній частині бункера, більше, чим розміщеного у задній частині). Днище бункера машин також має відповідну розмірам шнеків конфігурацію (спереду воно ширше, чим ззаду). Розміщення коліс в задній частині бункера зменшує ширину кормозмішувачів, що дозволяє використовувати їх і в приміщеннях з вузькими кормовими проїздами. Окрім того, зміщення осей коліс назад дає можливість змонтувати ряд додаткових пристроїв у задній частині машини (поперечний транспортер або повітродувку для соломи) без шкоди для розподілу опорного навантаження.

Однією із тенденцій удосконалення вертикальних змішувачів-кормороздавачів являється модульний принцип. Ця концепція реалізована в новому вертикальному кормозмішувачі FeederVM 16-2 фірми «JF-Stoll» (Германія), конструкція якого дозволяє безпосередньо при виготовленні або пізніше встановити до п'яти розвантажувальних люків різного виконання на бункері машини.

В умовах інтенсивної експлуатації змішувачів-кормороздавачів, працюючих на фермі 365 днів на рік, зростають вимоги до їх надійності. Тому виробники прагнуть удосконалити всіх вузли і деталі, що сприяє збільшенню терміну безвідмовної роботи кормозмішувачів. Так, бункер і шнек нового вертикального змішувача FeederVM 16-2 фірми «JF-Stoll» виконані з дрібнозернистої сталі S650, застосування якої дозволяє в 3 рази збільшити термін служби цих найбільш схильних до зношування виробів (порівняно з раніше застосовуваною сталлю S355). На практиці це означає, що стінка бункера товщиною 6 мм із сталі S650 по строку служби рівноцінна стінці з сталі S355 товщиною 17 мм.

З метою розширення області застосування самохідних кормозмішувачів фірми-виробники ведуть активну роботу по підвищенню їх маневреності. Так, фірма «Mayer Maschinenbaugesellschaft mbH» (Германія) оснащує свої самохідні кормозмішувачі «SilokingSelbstfahre» шасі з трьома опорними колесами і місткістю бункера 10, 11, 12 і 13 м<sup>3</sup>. Здвоєні поворотні колеса розміщені по центру задньої частини бункера.

### **Висновки.**

Основними напрямками розвитку сучасної техніки для приготування та роздавання кормів великій рогатій худобі являються підвищення довговічності і надійності машин, продуктивності і якості виконання технологічних операцій, активне використання в конструкції сучасних машин і обладнання останніх досягнень в галузі електроніки, комп'ютерних та інформаційних технологій.

### **Література**

1. Механізація виробництва продукції тваринництва /І.І.Ревенко, Г.М.Кукта, В.М.Манько та ін.; за ред. І.І.Ревенка. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
2. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник/ О.Г.Скляр, Н.І.Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
3. Пивовар В.С., Гнатюк Г.П. Нові технології приготування та роздавання кормосумішей на фермах великої рогатої худоби.//Мясное дело: ежемесячний производственно-практический журнал. -2008.-№1.-с.66-69.
4. Гермезов Д. М. Применение кормораздатчиков-смесителей – залог повышения продуктивности рогатого скота // Техника АПК,-2006,-№4.-с.46-47.

УДК 631.5

## ТЕХНОЛОГІЯ ГЛАДКОЇ ОРАНКИ В КОЛІЙНІЙ ТА МОСТОВІЙ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕРОБСТВА

**Федоренко С.В., студент**

**e-mail: fedor.00097@gmail.com**

**Кувачов В.П., к.т.н., доцент**

**e-mail: kuvachoff@ukr.net**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*Обґрунтована технологія гладкої оранки для мостової та колійної системи землеробства без згинних гребенів та розгинних борозен. Запропонована умова здійснення гладкої оранки агрегатом колійного або мостового землеробства смугами, шляхом розрізання та обертання зораного ґрунту у двох напрямках за допомогою право- і лівообертальних плужних корпусів та штовхачів підвищує агротехнічну якість та продуктивність орання в колійному або мостовому землеробстві.*

**Постановка проблеми.** У напрямку вектора розвитку механізації рослинництва, одним із шляхів підвищення культурно-технологічного рівня землеробства є організація строго регульованого (маршрутизованого) руху всіх засобів механізації по заздалегідь сформованим доріжках – постійних технологічних коліях. Їх застосування дозволяє вирішити протиріччя в системі «рушій - ґрунт», фізична суть якого полягає в тому, що рух технологічних і транспортних машин повинен здійснюватися по сухому і твердому фоні, а для продуктивного росту рослин потрібен розпушений і вологий ґрунт. Разом з цим стало очевидним, що реалізувати нові принципи землеробства старими методами практично неможливо, в силу тих проблем, які залишилися нерозв'язаними в колійній системі землеробства при використанні традиційної тракторно-комбайнової техніки. В силу чого якісно-новим напрямком у розвитку засобів механізації стало створення спеціалізованих ширококолієних (або мостових) енерготехнологічних систем. Перший досвід їх застосування в колійній та мостовій системах землеробства переконливо свідчить про переваги і широкі перспективи їх використання.

Але при вирощуванні сільськогосподарських культур за вказаними системами землеробства перевагу віддають мінімальній технології (No-till система обробки ґрунту), яка включає полицеву оранку. Водночас відомо, що першим завданням продуктивного рільництва є створення грудкуватої структури ґрунту, здатної одночасно забезпечити рослини вологою й елементами живлення. Друге завдання рільництва полягає у періодичному відновленні міцності структури ґрунту. Саме періодичному, а не постійному, оскільки міцність (тобто здатність грудочок ґрунту протистояти розмиванню їх водою) втрачається і відновлюється поступово впродовж кількох вегетаційних періодів. Звідси випливає, що тільки періодична оранка виступає одним із засобів відновлення структури ґрунту як одного із найважливіших чинників збереження його родючості.

Здійснення оранки мостовим трактором, який рухається по слідах постійної технологічної колії, традиційними плугами неможливо, як з агротехнічної, так і з інженерно-технічної точки зору. Неможливо виконати оранку мостовим трактором і з оборотним плугом. Оскільки, як відомо, згідно вимог автоматизації агромостові системи доцільно підпорядковувати принципам функціонування координатно-транспортної системи, для якої інженерна зона повинна мати чітко визначені розміри. А тому неможливий човниковий спосіб руху мостового трактора в складі оборотного плуга. І нарешті, з технічної точки зору, проблематично узгодити ширину колії мостового трактора з шириною захвата плуга. Наприклад, ширина колії мостового трактора ASALift WS9600 складає 9,6 м. Для того щоб забезпечити таку ширину захвата плуга він повинен мати при найманні 27 корпусів. Для долання тягового опору такого плуга необхідно, щоб мостовий трактор ASALift WS9600 важив 365 кН, або 36,5 т. Тому проблема створення технології оранки в колійній і мостовій системі землеробства є вкрай актуальною і нагальною.

**Аналіз останніх досліджень.** Сьогодні на багатьох бізнес-форумах, міжнародних конференціях і т.і. відмічається про стрімкий розвиток науково-технічного прогресу останнім часом. І темпи цього прогресу настільки великі, що, те майбутнє, про яке нещодавно мріялося, вже наступило! Сільськогосподарське виробництво, як найбільш консервативна галузь народного господарства традиційно в цьому плані сильно відстає від інших, проте якісні зміни в ньому очевидні.

Сучасний стан технологічної досконалості вітчизняного сільськогосподарського машинобудівництва залишає бажати кращого. Для створення конкурентної продукції в цьому сегменті ринку потрібні великі інвестиції. І поки ці інвестиції нададуть корисний ефект, пройде час, за який інвестовані технології і продукція втратить свою актуальність. Виходом з цієї ситуації можливий через залучення інвестицій, наукових та трудових ресурсів у створенні техніки майбутнього.

**Мета статті.** Метою досліджень є підвищення агротехнічної якості і продуктивності орання в колійному або мостовому землеробстві.

**Основні матеріали дослідження.** Технологія гладкої оранки в колійному або мостовому землеробстві включає підрізання та обертання зораного ґрунту в зоні дії агрегату колійного або мостового землеробства за допомогою орного знаряддя з лемішно-полицевими плужними корпусами та його укладання на дно утворених ними борозен. При цьому оранка здійснюється смугами за один або декілька проходів агрегатом колійного або мостового землеробства із заднім навішуванням орного знаряддя та/або за схемою push-pull (рис. 1), шляхом розрізання та обертання зораного ґрунту у двох напрямках за допомогою зведеного та право- і лівообертальних плужних корпусів, його подальшого безобертового зміщення штовхачами в сторони на ширину захвата плужних корпусів і укладання в утворені відкриті борозни.

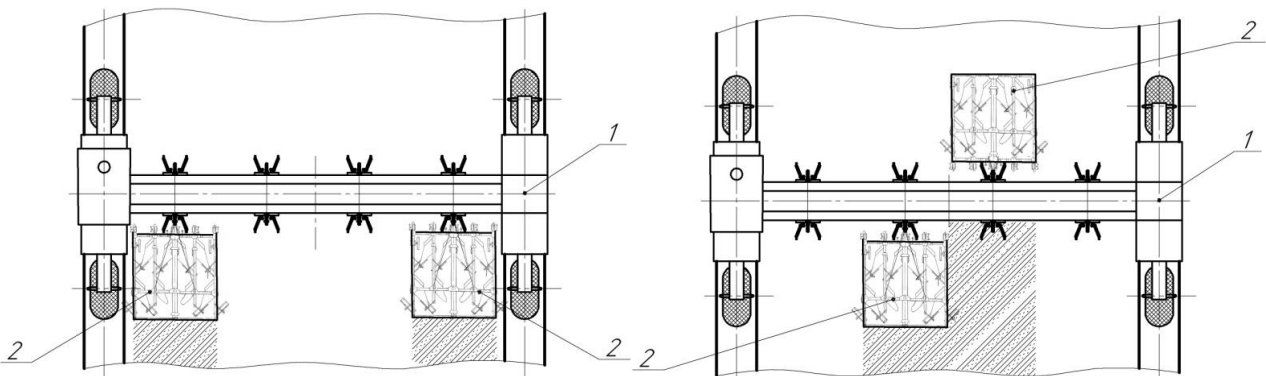


Рисунок 1 - Орний агрегат колійного або мостового землеробства із заднім навішуванням орного знаряддя (а) і за схемою push-pull (б): 1 – орний агрегат; 2 – орне знаряддя

При русі орного агрегату по полю пласти смуги 2с, 4с, 5с і 7с (рис. 2б) підрізають спочатку дисковими ножами, а потім зведеними, правообертаючими і лівообертаючими плужними корпусами. Піднімаючись по робочих поверхнях зведеного, правообертаючого і лівообертаючого корпусів, пласти ґрунту піддаються деформації вигину. Досягнувши певної висоти вони під власною вагою відриваються від робочих поверхонь плужних корпусів і падають з оборотом на необроблені пласти 1с, 3с, 6с, 8с (рис. 2б).

Розташовані позаду плужних корпусів штовхачі переміщують на поверхні поля пласти 2с, 4с, 5с, 7с (рис. 2в) без обороту в сторони на ширину захвату корпусів і при цьому пласти 4с і 5с укладаються в борозни, утворені після проходу плужних корпусів переднього ряду. Розміщені за штовхачами право- і лівообертаючі корпуси підрізають і обертають пласти 3с і 6с (рис. 2г) у відкриті борозни середніх пластів право- і лівообертаючі корпуси підрізають пласти 1с і 8с (рис. 2г) і переміщують їх на вже оброблені пласти 4с і 5с.

Штовхачі, розташовані за корпусами другого ряду, переміщують розташовані на поверхні поля пласти 1с, 2с, 7с, 8с (рис. 2г) в зворотному напрямку і укладають в борозни, утво-

рені після проходу корпусів (рис. 2д). Обладнання штовхачів крилами регульованої довжини, встановленими з тильного боку з можливістю переміщення, дозволяє направити пласти в оптимальну зону, тим самим забезпечує високу вирівняність поверхні поля при оранці всіх типів ґрунтів на різних швидкостях руху орного агрегату.

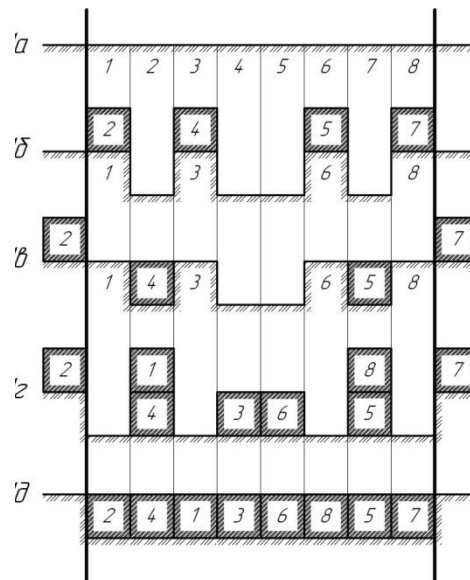


Рисунок 2 – Схема обробки ґрунту в процесі дії робочих органів запропонованого орного знаряддя на ґрунт: а...д – результат впливу на ґрунт кожним рядом робочих органів знаряддя; 1с...8с – смуги зораненого ґрунту

**Висновок.** Запропонована технологія гладкої оранки в колійному і мостовому землеробстві забезпечить:

- інтенсифікацію ефективної родючості ґрунту при одночасному підвищенні врожайності зернових культур на 10...15%, технічних культур - на 15...20%, овочів - на 20...35%;
- зниження енергоємності виробництва і вартості продукції рослинництва (зокрема, овочів - на 50...65%);
- зменшення в 4...5 разів витрати палива нафтового походження за рахунок заміщення його електроенергією;
- підвищення продуктивності й поліпшення умов роботи з поступовою автоматизацією основних технологічних процесів;
- поліпшення екологічних показників виробничих процесів і кінцевих продуктів рослинництва;
- підвищення конкурентоздатності сільськогосподарської продукції.

УДК 631.138

## ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ КОРМІВ У ЖИВЛЕННІ ТВАРИН

Ліпухін Д.О., магістрант

e-mail: nataliia.boltianska@tsatu.edu.ua

Болтянська Н.І., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Розглянуто хімічний склад кормів і визначено фізіологічне значення поживних речовин у живленні тварин.*

**Постановка проблеми.** Основою ефективного розвитку галузі тваринництва є повноцінна годівля, яка забезпечується, в першу чергу, виробництвом достатньої кількості кормів, зниження втрат їх поживності при заготівлі, зберіганні, а також правильною підготовкою до згодовування. Про значення повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин можна судити по тім факті, що в структурі собівартості продукції частка кормів складає при виробництві молока 50...55%; яловичини 65...70%, свинини 70...75% [1].

У нашій країні скотарство є однією з провідних галузей сільського господарства і головною галуззю тваринництва. Практично від великої рогатої худоби отримують все вироблене молоко (98%) і близько 40% м'яса. Подальший розвиток скотарства визначається необхідністю збільшення високоцінних продуктів харчування (молока, яловичини, телятини), на основі використання незатребуваних потенційних можливостей великої рогатої худоби. Це можливо досягти лише при організації повноцінної і раціональної годівлі тварин [1,2].

Сільськогосподарським тваринам згодовують різноманітні корми, які відрізняються за складом і поживністю. Організм тварин у процесі живлення засвоює в певних кількостях та співвідношеннях необхідні речовини у вигляді простих сполук і будує з них власні клітини, тканини й органи, а також синтезує низку біологічно активних речовин — ферментів, гормонів тощо [1-3].

**Аналіз останніх досліджень.** У зв'язку з тим, що основним енергетичним матеріалом при виробництві продукції тваринництва є корми, у загальних енергетичних витратах на виробництво тваринницької продукції витрати на їхнє виробництво і приготування складають 54...60%. Робота в напрямку підвищення ефективності використання кормів дають найбільші результати в енергозбереженні [1-3].

Результати чисельних науково-господарських досліджень показали, що зниження енергії на перетравлення кормів досягається згодовуванням повнораціонних сумішей, збалансованих за всіма поживними речовинами, макро- і мікроелементами. При згодовуванні кормосумішей продуктивність корів підвищується до 15%, а середньодобові прирости — на 8,5% при зниженні витрат кормів на 7...10,8% у порівнянні з роздільним згодовуванням [4,5].

**Формулювання цілей статті.** Розглянути хімічний склад кормів і визначити фізіологічне значення поживних речовин у живленні тварин.

**Основна частина.** До складу тіла тварин входять майже всі хімічні елементи, багато з яких є життєво необхідними. Основну масу рослин і тварин становлять так звані органогени: вуглець, кисень, водень, азот. На їхню частку у рослин припадає 96-98%, у тварин — 95% усієї маси, а разом із кальцієм і фосфором — 98,5%.

Елементи, яких в організмі тварин або у кормах міститься не менше ніж 0,01%, називаються макроелементами, а ті, що знаходяться в тисячних частках відсотка і менше — мікроелементами.

Хімічні елементи входять до складу різних сполук, які для зручності агрозоотехнічного аналізу об'єднують у певні групи речовин, подібних за хімічним складом або фізіологічною дією в організмі. Це — вода, мінеральні (сира зола), органічні та біологічно активні речовини.

Аналіз кормів і хімічного складу тіла тварин здійснюють за такою схемою (рис. 1).

*Вода* — важлива складова тіла тварин, один з основних елементів живлення. Втрата майже всього запасу жиру в організмі, половини білків і до 40% маси тіла не загрожує життю тварин, але в разі втрати 10% води порушуються функції організму, а за втрати 20% настає смерть.

*Мінеральні речовини* тіла тварин перебувають у формі різних неорганічних та органічних сполук і виконують різноманітні функції. Вони є складовими ферментів та гормонів і поділяються на макро- та мікроелементи. До групи *макроелементів* входять кальцій, фосфор, магній, натрій, калій, хлор і сірка.

За нестачі *кальцію і фосфору* в раціонах або порушення їхнього співвідношення молодняк хворіє на рахіт (опухання суглобів, скривлення кінцівок), а дорослі тварини — на остеомаляцію (розм'якшення кісток, потовщення суглобів), остеопороз (ламкість кісток, утворення порожнин у плоских кістках). Птиця несе яйця без шкаралупи. Тому у тварин сповільнюється ріст, знижуються продуктивність і плодючість, спотворюється апетит (тварини лижуть стіни, жуять неістівні предмети).



Рис. 1. Схема хімічного складу кормів

До *мікроелементів* належать залізо, мідь, кобальт, цинк, йод тощо. *Залізо* міститься в організмі переважно у сполуках з білками, особливо з білком крові — гемоглобіном. Крім того, воно входить до складу ферментів тканинного дихання — цитохромів. Запаси заліза зосереджені у печінці, нирках, селезінці, кістковому мозку. Нестача цього елемента спричинює аліментарну анемію, втрату апетиту, сповільнення росту, схильність до захворювань. Найбільш сприйнятливі до захворювання на анемію поросята в ранньому віці внаслідок низького вмісту заліза у молоці. Для запобігання цій хворобі їм вводять внутрішньом'язово препарати заліза — феродекс, фероглюкін.

Зазвичай кількість мікроелементів у кормах і тілі тварин виражають у міліграмах на 1 кг маси, тоді як макроелементів — у грамах або відсотках. За нестачі макро- та мікроелементів у кормах їх додатково вводять до раціону у вигляді мінеральних підкормів.

*Органічні речовини.* Вміст органічних речовин визначають за різницею між кількістю сухої речовини та сирій золи. До цієї групи належать азотисті речовини корму (сирий протеїн), сирий жир, вуглеводи (сира клітковина, безазотисті екстрактивні речовини) та біологічно активні речовини.

### **Висновок.**

Таким чином, вивчення хімічного складу кормів у практиці тваринництва є одним із найважливіших елементів оцінювання їхньої поживної цінності. Знаючи його, можна роботи висновок проте, які з поживних речовин і в якій кількості містяться у кормі, а звідси — якою мірою вони задовольнятимуть потребу тварин у тих чи інших елементах живлення. Для докладнішого аналізу поживності кормів необхідно визначити, яка кількість поживних речовин може бути використана організмом. А для цього треба знати, що таке перетравність кормів, оскільки тварина живе і виробляє необхідну людині продукцію за рахунок того, що перетравлює із спожитих кормів.

### **Література**

1. *Скляр О. Г.* Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / *О.Г. Скляр, Н.І. Болтянська*. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.
2. *Макарець Н.Г.* Технологія виробництва и переработки животноводческой продукции. -Калуга: «Манускрипт», 2005.
3. *Нечаев, В.* Разработка направлений инновационного развития животноводства / *В.Нечаев, Е. Артемова, С.Фетисов* // Экономика сельского хозяйства России. - 2009. - № 12. - С. 38-48.
4. *Болтянська Н.І.* Пути развития отрасли свиноводства и повышение конкурентоспособности ее продукции / *Н.І. Болтянська*// Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. – 2012/ Vol.14. №3, b.-P.164-175.
5. *Кривошей А.В.* Основні умови ефективного використання кормів та значення підготовки їх до згодовування / *Н.І. Болтянська, А.В. Кривошей* // Мат. IV-ї Всеукр. науково-технічної інтернет-конференції студентів та магістрантів «Проблеми механізації та електрифікації технологічних процесів», м. Мелітополь. – 2017, Вип. IV. – С.92 -95



## ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1.	
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ І ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ .....	3
ДО ПИТАННЯ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ПЕРЕДПОСІВНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ В СИЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛЯХ .....	4
Дудіна М. П., Гулевський В. Б. <i>Стаття присвячена аналізу методів і засобів передпосівної стимуляції насіння</i>	
ІСТОРІЇ ВИНАХОДУ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ .....	7
Зенюхов І.А., Вороновський І.Б. <i>В статті зроблена спроба показати, що поряд з відомими і детально описаними в історико-технічній літературі проектами двигуна внутрішнього згорання існував ще один, маловідомий його варіант</i>	
ЛЮДИНА І ЕЛЕКТРОМАГНІТНЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ .....	11
Варуша Ю.О., Миронець С. Д. <i>Робота присвячена ознайомленню з електромагнітним випромінюванням та його впливом на людину</i>	
МЕТОД РОЗРАХУНКУ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ НВЧ.....	13
Орел О.М., Орел М.О., Антифіїва Н.В. <i>Розглянуто методику розрахунку енергетичних характеристик кварцових генераторів СВЧ діапазону, які використовуються в пристроях для електромагнітної терапії тварин</i>	
ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ РЕГЕНЕРАЦІЇ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА КОНТАКТНИМ І ПЕРКОЛЯЦІЙНО-АДСОРБЦІЙНИМ МЕТОДАМИ.....	18
Федькін В.А., Чебанов А.Б. <i>Робота присвячена відновленню властивостей трансформаторного масла за рахунок процесу регенерації контактним та перколяційно-адсорбційним методами</i>	
СЕКЦІЯ 2.	
АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ, СТАНЦІЇ ТА ПІДСТАНЦІЇ.....	20
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОАУДИТУ .....	21
Бурцева С., Постол Ю.О. <i>Розглянуті актуальні питання забезпечення енергозбереження та підвищення енергоефективності в комунально-побутовому секторі і в електроенергетичних підприємствах</i>	
АНАЛІЗ МЕТОДІВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	23
Бондаренко Є.Б., Пачев В.В., Адамова С.В. <i>Робота присвячена електричним мережам, структурі, методам регулювання напруги в електричних мережах</i>	
АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ УСТАНОВОК ВІД НАВЕДЕНИХ ПЕРЕНАПРУГ .....	25
Федькін В.А., Коваль Д.М. <i>Робота присвячена захисту електричних установок від наведеної перенапруги</i>	

АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЇХ НАДІЙНОСТІ .....	28
Джантатов А. А., Левченко Д.В., Адамова С.В. <i>У статті розглянуто стан сучасних повітряних ліній та визначені шляхи підвищення їх надійності</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ.....	31
Ігнатенко О. В., Єфимчук О. А., Вінцковський Б. В., Лисенко О. В. <i>У даній статті розглянуто причини виникнення реактивної потужності та питання компенсації реактивної потужності за допомогою трансформаторів</i>	
ДЕРЖАВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЕНЕРГОАУДИТУ .....	34
Закревський Д., Постол Ю.О. <i>Розглянуті проблеми державного регулювання енергоаудиту в Україні та в інших країнах а також деякі аспекти рішення в зарубіжних країнах. Визначенні питання необхідності проведення енергоаудиту, виявленні актуальні проблеми енергетичних оглядів і запропонований ряд заходів по їх методичному рішенню в Україні</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ СУМІШЕВОГО БІОПАЛЬНОГО ОБРОБЛЕНОГО В ГОМОГЕНІЗАТОРІ.....	36
Струков В., Риженко О., Сало І., Кушлик Р.В. <i>В роботі приведено результати експериментальних досліджень по впливу механічної обробки сумішевого біопального на в'язкість</i>	
ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....	39
Тараненко Є.В., Лисенко О.В. <i>Робота присвячена ефективності функціонування електротехнічних пристроїв систем електропостачання</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОМЕРЦІЙНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ПРОМИСЛОВОСТІ .....	42
Білоножка Д.В., Соколова К.М., Чебанов А.Б. <i>У статті розглянуто застосування автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії у промисловості</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В УМОВАХ ДОМАШНЬОГО ГОСПОДАРСТВА .....	44
Мамонтов Р.В., Лисенко О.В. <i>Розглянуто питання економії електричної енергії при використанні сонячних панелей</i>	
ЗЕЛЕНА ЕНЕРГЕТИКА УКРАЇНИ – ОСОБИСТИЙ ПОГЛЯД .....	47
Хорошун Д.С., Миронець С.Д. <i>Робота присвячена питанню використання альтернативних джерел енергії та впровадженню їх в Україні</i>	
ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ.....	49
Хлепінко В. В., Лисенко О. В. <i>Робота присвячена обґрунтуванню рекомендацій щодо зниження та врахуванню втрат потужності в електричних мережах</i>	
ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАМІНИ МАСЛЯНИХ ВИМИКАЧІВ НА ВАКУУМНІ .....	52
<a href="#">Халіман Л.Г.</a> , Адамова С.В. <i>У статті розглядаються основні шляхи підвищення надійності роботи електрообладнання за рахунок заміни масляних вимикачів на вакуумні</i>	

РОЗРОБКА ВИСОКОВОЛЬТНОГО ІЗОЛЯТОРА-РОЗРЯДНИКА ДЛЯ МІНІМІЗАЦІЇ ВТРАТ НАПРУГИ В ЛЕП .....	55	
Хлепівцько В.В., Коваль Д.М.		
<i>В даній статті розглянуто високовольтний ізолятор-розрядник, ізоляційне тіло якого покрито високомолекулярним кремнійорганічним компаундом з додаванням розчинників у вигляді бензину, що призводить до збільшення терміну служби ізолятора до поверхневого пробою, підвищуючи гідрофобність, дозволяючи захищати високовольтні лінії електропередачі від перенапруги без використання грозозахисного тросу</i>		
СИСТЕМА ОПАЛЮВАННЯ НА БАЗІ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ .....	57	
Мамонтов Р.В., Вороновський І.Б.		
<i>Робота присвячена використанню теплових насосів з приводом двигуна стерлінга у домашньому господарстві та в системі опалювання</i>		
СУЧАСНІ ВИДИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ОПОР ДЛЯ БУДІВНИЦТВА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ .....	60	
Гричана А.В., Лисенко О.В.		
<i>У даній роботі розглядається питання будівництва ЛЕП з використанням сучасних матеріалів</i>		
СЕКЦІЯ 3.		
ДІАГНОСТИКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ .....	62	
АНАЛІЗ МЕТОДУ СУШННЯ ОБМОТОК АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....		63
Федькін В.А., Адамова С.В.		
<i>Робота присвячена експлуатації асинхронних електродвигунів</i>		
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ РОБОТИ Й ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	65	
Щербінін О.Є., Чернецький В.А., Стребков О.А.		
<i>Проведено аналіз існуючих методів і засобів контролю режимів роботи й захисту асинхронних електродвигунів</i>		
ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЯ ПОШКОДЖЕННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ МЕТОДОМ НАКЛАДНОЇ РАМКИ.....	67	
Дудіна М. П., Дінабуський В. С., Чебанов А. Б.		
<i>Стаття присвячена аналізу використання методу накладної рамки, який є різновидом індукційного методу, що застосовується при пошуку пошкоджень на кабельних лініях. ....</i>		67
ВПЛИВ ЗНИЖЕННЯ НАПРУГИ НА ЗНОШЕННЯ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПРИВОДУ РОБОЧОЇ МАШИНИ З НЕЛІНІЙНО-ЗРОСТАЮЧОЮ МЕХАНІЧНОЮ ХАРАКТЕРИСТИКОЮ .....	70	
<a href="#">Трегубов В.А.</a> , Вовк О.Ю.		
<i>Робота присвячена дослідженню впливу зниження напруги на зношення ізоляції асинхронного електродвигуна приводу робочої машини з нелінійно-зростаючою механічною характеристикою</i>		
ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ СТРУМУ НУЛЬОВОЇ ПОСЛІДОВНОСТІ ПРИ ВИЗНАЧЕННІ ПОШКОДЖЕНЬ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ .....	73	
Сімонцев В.О., <a href="#">Цибуля А.Ю.</a> , Чебанов А.Б.		
<i>В роботі пропонується метод виявлення дефектів, що впливають на струм небалансу трансформатора струму нульової послідовності на стадії його виготовлення</i>		
КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА .....	75	
Матєв А.А., Попова І.О.		
<i>В роботі розроблена принципова схема комбінованого захисного пристрою обмоток статора асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором</i>		

МЕТОД І ПРИЛАД ДЛЯ ОЦІНКИ КОРОЗІЇ АНКЕРНИХ КРІПЛЕНЬ ОПОР ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЛІНІЙ .....	78
Сімонцев В.О., Лисенко О.В. <i>В роботі досліджений метод оцінки корозії анкерних кріплень опор високовольтних ліній і їх апаратна реалізація</i>	
МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	81
Мамонтов Р.В., Попрядухін В.С. <i>Проаналізовано дослідження з характеру пошкоджень двигунів змінного струму. Акцентовано увагу на аналізі сингулярного спектру. Пропонований метод дозволить здійснювати моделювання електричного навантаження електродвигуна без його демонтажу і виведення з експлуатації</i>	
НЕПРЯМИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА НАВАНТАЖЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА .....	83
Величко І.А., Чумак Д.А., Лисиченко М.Л., Гузенко В.В. <i>Досліджений непрямий метод визначення коефіцієнта навантаження асинхронного двигуна в умовах АПК</i>	
ТЕПЛОВІЗІЙНИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРІВ .....	86
Шарапов О., Адамова С.В. <i>У статті детально розглядаються переваги застосування тепловізійної діагностики електрообладнання</i>	
РЕЛЕ КОНТРОЛЮ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	88
Ковальов М.В., Курашкін С.Ф., Попова І.О. <i>В роботі наведена принципова електрична схема пристрою, який виконує контроль, діагностування і захист асинхронних електродвигунів від несиметричного режиму і перевищення температури обмотки двигунів більше припустимого значення</i>	
<b>РОЗРОБКА ТЕМПЕРАТУРНО-СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ІНДУКЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....</b>	<b>91</b>
<b>Мінкін О.В., Понятих М.О., Попова І.О.</b> <b><i>Робота присвячена розробці структурної електричної схеми комбінованого захисного пристрою асинхронного електродвигуна від струмових і температурних перевантажень</i></b>	
<b>СЕКЦІЯ 4.</b>	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	94
АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ЗАВАНТАЖЕННЯ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТІ.....	95
Муравйов С.М., Постнікова М.В. <i>Запропонована принципова електрична схема автоматизованого електроприводу технологічної лінії завантаження зерна на зернопункті</i>	
АВТОМАТИЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТЕПЛИЦЬ.....	97
Мінкін О.В., Кашкар'єв А.О. <i>Розглянуто основні напрями автоматизації індивідуальних теплиць щодо контролю параметрів температури та вологості. Наведені поширені технічні засоби автоматизації без використання мікропроцесорних пристроїв</i>	
АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ .....	100
Прийма А.В., Сабо А.Г.	

*Краплинне зрошення – з основних способів зрошення у відкритому та закритому ґрунтах на півдні України. Його автоматизація дозволяє оптимізувати технологічний процес та підвищити ефективність витрат ресурсів*

ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ З  
МОДЕЛЮВАННЯМ НА КОМП'ЮТЕРІ ..... 103

Гапон С.А., Гузко А.С., Жила В.І., Гузенко В.В.

*Досліджені властивості асинхронних двигунів які є відповідальними в технологічному процесі по переробці зернових культур. Приділена велика увага комп'ютерному моделюванню в пакеті Simulink системи електричний двигун - робоча машина*

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗДРОТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ АСК.. 105  
Клик А.В., Діордієв В.Т.

*Розглянуті основні параметри, ікі підлігають контролю, реєстрації та керуванню, та технічні засоби для бездротового моніторингу. Наведені основні технічні характеристики та особливості застосування доступних комплексів*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЕЛЕКТРЕТНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ..... 108

Шарапов О.С., Ігнатенко О.В., Нестерчук Д.М.

*Робота присвячена дослідженню властивостей електретного перетворювача тиску, обґрунтована його структура та описаний принцип дії перетворювача*

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСТЕРЕЖНИКА ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА  
ПРИВОДУ ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ ..... 110

Федькін Вадим, Ковальов О.В.

*Робота присвячена розробці та дослідженню спостережника частоти обертання електродвигуна приводу ґрунтообробного мотоблоку*

ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАНКА ДЛЯ НАМОТКИ ТОРОИДАЛЬНЫХ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ СНТ-1,0Р ..... 113

Гричана А.В., Чебанов А.Б.

*В статье рассмотрены вопросы распределенной кольцевой намотки тороидальных трансформаторов на станке СНТ-1,0Р*

ПРИСТРІЙ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ТЕПЛИЦІ..... 115

Мараховський В.Б., Речина О.М.

*В статті розглянуто способи підтримки оптимального температурного режиму в теплиці засобами вентиляції та запропоновано конструкцію пристрою автоматичного регулювання температури з термомеханічним приводом у вигляді термочутливого елемента з титанонікелевомідного сплаву з ефектом пам'яті форми*

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДРОБАРКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ  
КОРМІВ ..... 118

Федькін В.А., Квітка С.О.

*Робота присвячена удосконаленню системи керування електроприводом дробарки концентрованих кормів*

## СЕКЦІЯ 5.

ПРОЦЕСИ, МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ В АПК ..... 120

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ СУШІННЯ СИПКИХ РЕЧОВИН ..... 121

Яшний Д.І., Мілько Д.О.

*Робота присвячена аналізу сучасного стану галузі кормоприготування зокрема сушіння кормових компонентів. Якість тривалого зберігання кормових компонентів залежить*

від вхідної вологості, тому у даній статті розглянуті питання сушіння із застосуванням передових технологій

БІОЛОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦТВА ..... 124  
Сеттаров С.У., Болтянська Н.І.

*У статті висвітлені біологічні технології переробки відходів тваринництва*

ВДОСКОНАЛЕННЯ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ..... 127

Калита М.П., Болтянський О.В.

*Розглянуто вдосконалення газорозподільного механізму (ГРМ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) шляхом застосування індивідуальних приводів клапанів*

ВИКОРИСТАННЯ СМУГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ (STRIP-TILL) В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ..... 129

Ярошенко О.С., Шаповалов А.В., Чорна Т.С.

*Обґрунтовано перспективи використання strip-till технології в умовах півдня України. Наведено загальний принцип обробітку ґрунту за смуговою технологією*

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ УТРИМАННЯМ ХУДОБИ ..... 132

[Забашта О.О.](#), Дем'яненко Д.В.

*В статті надається аналіз сучасних технологій та засобів комунікації, що використовуються при управлінні утриманням худоби та виробництвом продукції тваринництва. Велика увага приділяється інформаційним системам та їх взаємодії із традиційними формами управління*

ВПЛИВ ЯКОСТІ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА НАДІЙНІСТЬ ТА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ДВИГУНА ..... 134

Завгородній І.О., Шульга О.В.

*The influence of the diesel fuel quality indicators on the reliability and efficiency of the engine is considered*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЗИМНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ ..... 136

Помбухчій К.В., Чорна Т.С.

*Обґрунтовано перспективи біоензимної технології, яка дозволяє відновлювати та відтворювати родючість ґрунту. Наведено особливості її впровадження та перспективи використання*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ НАЛАШТУВАНЬ ТРАКТОРІВ JOHN DEERE 8335R. НА ТЕХНІКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ЇХ БАЗІ ..... 138

Кухаренко П.В., Іванів С.О., Кухаренко П.М.

*Сучасні тенденції комплектування машинно-тракторних агрегатів (МТА) у господарствах України спрямовані на нарощування частки використання тракторів відомих світових фірм. Зокрема на ринку України широко представлені трактори фірми JohnDeere. Комплектування машинно-тракторних агрегатів, з такими тракторами, при виконанні широкого комплексу технологічних операцій в рослинництві, має свої особливості. Ці особливості, в першу чергу, полягають в відповідному алгоритмі експлуатаційних налаштувань трактора для роботи з конкретним типом та моделлю сільськогосподарської машини*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ ГІРОЦИКЛА ..... 141

Корнійчук В., Кувачов В.П.

*The method and technological means for manual cultivation of soil crops using a hydrocycle is proposed. The use of technological means can reduce physical activity on a person, increase productivity and reduce the duration of work on soil cultivation and sowing of crops*

ДОСЛІДЖЕННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ОСНОВІ ГІРОЦИКЛА ..... 143

Філоненко О., Кувачов В.П.

*The proposed method and vehicle for the manual transportation of goods with the help of a hydrocycle is proposed. The use of a vehicle greatly reduces physical activity on the person, increases productivity and shortens the duration of transport and cargo operations*

ЗАГРОЗА ЗА СТОСУВАННЯ АНТИБІОТИКІВ В ТВАРИННИЦТВІ..... 145

Дурман С.М., Болтянська Н.І.

*Розглянуто вплив та наслідки вживання антибіотиків в тваринництві та їх головна загроза на організми*

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТРАКТОРА ХТЗ-16131 НА ТРАДИЦІЙНІЙ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІЙ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР..... 148

Купін О.О., Анікеєв О.І.

*У даній статті викладені результати теоретичних досліджень можливостей використання інтегрального орно-просапного трактора ХТЗ-16131 на традиційній та енергозберігаючій технологіях*

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОБІЛЬНОГО РОЗДАВАЧА – ДОЗАТОРА КОНЦЕНТРОВАНІХ КОРМІВ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ НОРМОВАНОЇ ГОДІВЛІ КОРИВ..... 151

[Драгнев В.А.](#), Болтянський Б.В.

*Проведені результати експериментальних досліджень індивідуального роздавача-дозатора комбікормів, на основі яких обґрунтовано конструктивно-технологічні параметри та режими роботи конусно-лопатевого робочого органу*

ОГЛЯД СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ГРАНУЛЮВАННЯ КОРМОВИХ КОМПОНЕНТІВ 154

Івченко О.М., Мілько Д.О.

*Проаналізовано сучасний стан галузі кормоприготування, зокрема гранулювання. Приймаючи до уваги той факт, що завдяки створенню повнораціонних гранул виникає можливість згодувати усі поживні речовини тварині при чому дозволяє зменшити собівартість виробництва продукції тваринництва та покращити фізіологічний стан тварин*

ОСНОВИ ПЛАНУВАННЯ КОРМОВОЇ БАЗИ В СКОТАРСТВІ..... 156

Ярошенко О.С., Дем'яненко Д.В.

*В статті розглядаються теоретичні та практичні засади планування кормової бази в тваринництві. Велика увага приділяється формуванню ефективних раціонів годівлі ВРХ в різні періоди року, а також раціональному використанню кормів у господарстві*

ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ САЛАТІВ ТА ЗЕЛЕНІ У ІНДУСТРІАЛЬНІЙ ТЕПЛИЦІ..... 159

Кривий П. І., Кондратюк А. М., Куликівський В. Л.

*Приведена технологія та рекомендації для вирощування салатів та зелені на високотехнологічних автоматизованих лініях в умовах захищеного ґрунту. Обґрунтована необхідність реорганізації виробничих потужностей теплиці та переоснащення її під вирощування салатної продукції методом гідропоніки*

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН..... 162

Марченко Д.Д.,

*Пропонується конструкція пристрою для випробування робочих органів сільськогосподарських машин для проведення лабораторно-польових робіт, яка дозволяє зменшити витрати в порівнянні з ґрунтовим каналом і забезпечує прямолінійність і точність витримки глибини обробки, що значно скорочує витрати енергії*

РОЛЬ МІНЕРАЛЬНИХ ДОМШОК В ЖИВЛЕННІ ТВАРИН ..... 165

Бдуленко Д. О., Болтянська Н.І.

*Висвітлено роль мінеральних домішок в живленні тварин.*

**ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ВЕЛИКІЙ РОГАТІЙ ХУДОБИ..... 168**

Береснев Б.А., Дереза С.В.

*Проведено аналіз сучасних технічних засобів для приготування та роздавання кормів великій рогатій худобі.*

**ТЕХНОЛОГІЯ ГЛАДКОЇ ОРАНКИ В КОЛІЙНІЙ ТА МОСТОВІЙ СИСТЕМАХ ЗЕМЛЕРОБСТВА ..... 171**

Федоренко С.В., Кувачов В.П.

*Обґрунтована технологія гладкої оранки для мостової та колійної системи землеробства без згінних гребенів та розгінних борозен. Запропонована умова здійснення гладкої оранки агрегатом колійного або мостового землеробства смугами, шляхом розрізання та обертання зораного ґрунту у двох напрямках за допомогою право- і лівообертальних плужних корпусів та штовхачів підвищує агротехнічну якість та продуктивність орання в колійному або мостовому землеробстві*

**ФІЗІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ КОРМІВ У ЖИВЛЕННІ ТВАРИН.. 174**

Ліпухін Д. О., Болтянська Н.І.

*Розглянуто хімічний склад кормів і визначено фізіологічне значення поживних речовин у живленні тварин*

**ЗМІСТ..... 177**



## ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Адамова С.В. ....	23, 28, 52, 63, 86	Івченко О.М. ....	154	Понятих М.О. ....	91
Анікеєв О.І. ....	148	Ігнатенко О.В. ....	31, 108	Попова І.О. ....	75, 88, 91
Антифіїва Н.В. ....	13	Калита М.П. ....	127	Попрядухін В.С. ....	81
Бдуленко Д.О. ....	165	Кашкар'юв А.О. ....	97	Постнікова М.В. ....	95
Береснев Б.А. ....	168	Квітка С.О. ....	118	Постол Ю.О. ....	21, 34
Білоножко Д.В. ....	42	Клик А.В. ....	105	Прийма А.В. ....	100
Болтянська Н.І. ...	124, 145, 165, 167, 174, 176	Коваль Д.М. ....	25, 55	Речина О.М. ....	115
Болтянський Б.В. ....	151	Ковальов М.В. ....	88	Риженко О. ....	36
Болтянський О.В. ....	127	Ковальов О.В. ....	110	Сабо А.Г. ....	100
Бондаренко Є.Б. ....	23	Кондратюк А.М. ....	159	Сало І. ....	36
Бурцева С. ....	21	Корнійчук В. ....	141	Сеттаров С.У. ....	124
Варуша Ю.О. ....	11	Кривий П.І. ....	159	Сімонцев В.О. ....	73, 78
Величко І.А. ....	83	Кувачов В.П. ....	141, 143, 171	Соколова К.М. ....	42
Вінцовський Б.В. ....	31	Куликівський В.Л. ....	159	Стребков О.А. ....	65, 66
Вовк О.Ю. ....	70	Купін О.О. ....	148	Струков В. ....	36
Вороновський І.Б. ....	7, 57	Курашкін С.Ф. ....	88	Тараненко Є.В. ....	39
Гапон С.А. ....	103	Кухаренко П.В. ....	138	Трегубов В.А. ....	70
Гричана А.В. ....	60, 113	Кухаренко П.М. ....	138	Тузко А.С. ....	103
Гузенко В.В. ....	83, 103	Кушлик Р.В. ....	36	Федоренко С.В. ....	171
Гулевський В.Б. ....	4	Левченко Д.В. ....	28	Федькін В.А. ....	18, 25, 63, 110, 118
Дем'яненко Д.В. ...	132, 156	Лисенко О.В. ....	31, 39, 44, 49, 60, 78	Філоненко О. ....	143
Дереза С.В. ....	168	Лисиченко М.Л. ....	83	Халіман Л.Г. ....	52
Джантатов А.А. ....	28	Ліпухін Д.О. ....	174	Хлепілько В.В. ....	49, 55
Дінабуський В.С. ....	67	Мамонтов Р.В. ...	44, 57, 81	Хорошун Д.С. ....	47
Діордієв В.Т. ....	105	Мараховський В.Б. ....	115	Цибуля А.Ю. ....	73
Драгнев В.А. ....	151	Марченко Д.Д. ....	162	Чебанов А.Б. ....	18, 42, 67, 73, 113, 179
Дудіна М.П. ....	4, 67	Матєв А.А. ....	75	Чернецький В.А. ....	65
Дурман С.М. ....	145	Миронець С.Д. ....	11, 47	Чорна Т.С. ....	129, 136
Єфимчук О.А. ....	31	Мілько Д.О. ....	121, 154	Чумак Д.А. ....	83
Жила В.І. ....	103	Мінкін О.В. ....	91, 97	Шаповалов А.В. ....	129
Забашта О.О. ....	132	Муравйов С.М. ....	95	Шарапов О.С. ....	86, 108
Завгородній І.О. ....	134	Нестерчук Д.М. ....	108	Шульга О.В. ....	134
Закревський Д. ....	34	Орел О.М. ....	13	Щербінін О.Є. ....	65
Зенюхов І.А. ....	7	Пачев В.В. ....	23	Ярошенко О.С. ....	129, 156
Іванів С.О. ....	138	Помбухчій К.В. ....	136	Яшний Д.І. ....	121