

Міністерство освіти і науки України
Міністерство аграрної політики та продовольства України
Таврійський державний агротехнологічний університет
Національна академія аграрних наук України
Міжнародна академія аграрної освіти



**ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
В АГРОПРОМИСЛОВОМУ
КОМПЛЕКСІ УКРАЇНИ**

**VI МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ,
ПРИСВЯЧЕНА ПАМ'ЯТІ
АКАДЕМІКА І.І. МАРТИНЕНКА**



Мелітополь, 2015

УДК 631

Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції пам'яті І.І. Мартиненка «Енергозабезпечення технологічних процесів в агропромисловому комплексі України» (10-14 червня 2015 року). – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. - 109 с.

До матеріалів конференції ввійшли тези доповідей учасників VI Міжнародної науково-технічної конференції пам'яті І.І. Мартиненка. Представлені результати досліджень у галузі механізації АПК, енергетики, електропостачання, електротехнології, автоматизації сільськогосподарського виробництва, електромеханізації та переробки продукції сільського господарства. Збірник тез доповідей призначено для викладачів, аспірантів, магістрантів, студентів, фахівців, які працюють за даним напрямом.

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Кюрчев В. М.** голова оргкомітету, відмінник освіти та науки, академік МААО, д.т.н., професор, ректор ТДАТУ
- Надикто В. Т.** заступник голови оргкомітету, проректор з НР, директор НДІ механізації землеробства півдня України; член - кор. НААНУ, д.т.н., професор
- Дідур В. А.** президент українського відділення МААО, проф.. АН ВШУ, д.т.н., професор
- Куценко Ю. М.** декан Енергетичного факультету, завідувач кафедри автоматизованого електроприводу, д.т.н., професор
- Мартиненко О. І.** Dalhousie University, Department of Engineering Nova Scotia, Canada
- Лисенко О. О.** технічний директор ВАТ "Запоріжжяобленерго"
- Козирський В. В.** директор навчально – наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження, д.т.н., професор (НУБіП), (Київ)
- Мороз О. М.** директор Навчально-наукового інституту енергетики та комп'ютерних технологій, завідувач кафедри електропостачання та енергетичного менеджменту, д.т.н., професор (ХНТУСГ ім. П. Василенка), (Харків)
- Радько І. П.** заступник директора з навчальної та виховної роботи ННІ енергетики, автоматики і енергозбереження, доцент кафедри електричних машин і експлуатації електрообладнання, к.т.н., доцент (НУБіП), (Київ)
- Віхрова Л. Г.** декан факультету автоматики та енергетики, к.т.н., професор (КНТУ), Кіровоград
- Лазуренко О. П.** декан електроенергетичного факультету (НТУ «ХП»), завідувач кафедри електричних станцій, д.т.н., професор, (Харків)
- Лисиченко М. Л.** Завідувач кафедри автоматизованих електромеханічних систем, д.т.н., професор (ХНТУСГ ім. П.Василенка), (Харків)
- Яковлєв В. Ф.** завідувач кафедри електротехнічних систем АПК та фізики, к.т.н., професор (СНАУ), (Суми)
- Фесенко О. В.** Начальник електросилового цеху ПАТ "Запорізький оліяжиркомбінат"
- Керівники секцій:**
- Овчаров В. В.** д.т.н., проф., зав. каф. ТЗЕ, ТДАТУ
- Федюшко Ю. М.** д.т.н., проф., зав. каф. ЕТ АПК, ТДАТУ
- Діордієв В. Т.** д.т.н., проф., зав. каф. АСВ, ТДАТУ
- Назаренко І. П.** к.т.н., проф., зав. каф. ЕСГ, ТДАТУ
- Куценко Ю. М.** д.т.н., проф., зав. каф. АЕП, ТДАТУ
- Відповідальні секретарі:**
- Нестерчук Д. М.** к.т.н., доцент, ТДАТУ
- Кашкар'юв А. О.** к.т.н., доцент, ТДАТУ
- Чебанов А. Б.** к.т.н., ТДАТУ

Матеріали конференції розміщено на сайті <http://nauka.tsatu.edu.ua> / ⇒ сторінка наукової роботи ТДАТУ

МОЇ ПЕРШІ СПОГАДИ ПРО ТАТА

*Мартиненко О.І, професор електротехніки
Університету Нової Шотландії, Канада*

Мої перші спогади про тата тісно пов'язані з моїми першими кроками в електротехніці. Коли я був маленьким, мене не було на кого залишити, бо батьки багато працювали. Тому тато частенько брав мене з собою до своїх лабораторій, де я отримував перші уроки електротехніки. Найбільш цікавою була лабораторія електроніки, якою завідував Сергій Петрович Борисов. В ній було багато загадкових приладів, які розмірено гули, розмовляючи на невідомій для мене мові і безліч проводів, які звисали десь із самої стелі до підлоги. Ця лабораторія нагадувала мені великий космічний корабель, в якому я теж бажав бути молодшим пілотом. Коли мені виповнилось п'ять років, Сергій Петрович навчив мене складати мій перший радіоприймач. Там же я отримав перші навички паяння проводів і напівпровідників, які стали мені в пригоді на все життя.

Як і всіх дітей, мене приваблювало все незвичайне. Надзвичайно цікавою мені здавалась лабораторія освітлення, де були зібрані різноманітні лампи і джерела освітлення. Там же стояла величезна біла куля з дверцятами. Мене весь час підмивало дослідити що ж там всередині. Яюсь, коли тато ненадовго відлучився, я відкрив дверцята і побігав всередині з прискоренням, як мотоцикліст на треку. Всередині було темно і затишно і я навіть приліг відпочити. Тато довго не міг мене розшукати, йому і в голову не могло прийти, що я можу бути всередині кулі. Коли ж він нарешті знайшов мене, він уже не сварився навіть за мої брудні чоботи. Але кулю прийшлося повністю перефарбовувати всередині.

Яюсь тато приніс додому чудовий інструмент – тестер для вимірювання струму, напруги, опору і навіть ємності і індуктивності. Тато їм дуже пишався і бавився як дитина. Я уважно спостерігав як він спочатку виміряв напругу у мережі, а потім батарейку. Тестер був дуже чутливий і вимірював практично все! Це мене дуже зацікавило. На той час мені виповнилось чотири роки і я рахував себе достатньо дорослим, щоб продовжити справу тата. Мені здалось що він недоміряв напругу і встромив проводи в розетку. На моє диво, з приладу повалив густий неприємний дим. Я відчував що накоїв лиха і покався тату в своєму гріху, як тільки він повернувся додому. Тато не сварив мене, але від виразу на його обличчі я був готовий провалитися під землю. Після цього я ніколи не залишаю своїх дітей без нагляду наодинці з чутливими приладами або комп'ютером.

Так я опановував засади інженерної справи. На своєму досвіді я переконаний, що немає іншого способу набути справжні інженерні знання без проб, помилок і спалених мікросхем. Тому зараз, навчаючи студентів основам електротехніки, я дозволяю їм експериментувати з мікросхемами, щоб зрозуміти, які вони надзвичайно чутливі.

Тато часто затримувався на роботі і працював допізна. Коли я підріс, я зрозумів який величезний об'єм роботи він виконує щоденно і як треба цінувати кожну хвилину свого часу. Він виробив звичку планувати справи день наперед. Дякуючи такій організації своєї праці, він встигав впоратись із повсякденною рутинною, не забуваючи також рухатись вперед. Основною рушійною силою були численні учні його наукової школи, яку він сформував на протязі 45 років своєї невтомної наукової праці.

Фотографії з сімейного архіву



Тато приймає екзамен з електротехніки (1964 рік)



Тато поспішає додому (1976 рік)



Нашадки українських козаків біля 1000-літнього дуба на острові Хортиця
(жовтень 1978 рік)



Подорож по Криму-Кавказу (1974 рік)

УДК 62-503.56:621.3:631.11

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Лисенко В.П., д.т.н., професор,

e-mail: lysenko@nubip.edu.ua

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація - приведено огляд наукових робіт, що проводяться на кафедрі автоматики і робототехнічних систем ім. академіка І. І. Мартиненка за останні 15 років

Кафедра автоматики і робототехнічних систем ім. академіка І.І.Мартиненка була створена в 1974 р. видатним вченим академіком І.І.Мартиненком. Її основним науковим напрямом діяльності було розробка систем електрифікації та автоматизації біотехнологічних об'єктів. Спочатку це були системи стабілізації із найпростішими, як правило, алгоритмами керування – позиційними, що пояснювалось значною інерційністю об'єктів сільськогосподарського призначення і надзвичайно дешевими енергоносіями та потребою отримати максимальну кількість продукції (максимальна продукція могла бути отриманою за умов стабілізації технологічних параметрів, котрі за результатами досліджень біологів, забезпечували максимальну продуктивність біологічної складової біотехнологічного об'єкта).

Проте ситуація почала змінюватись, коли енергоносії суттєво подорожчали. Актуальними стали системи, що сприяли зменшенню долі енергетики у собівартості продукції. Вагомий внесок у вирішення цієї проблеми вніс **Б.Л.Головінський** своїми науковими дослідженнями об'єктів із стохастичними збуреннями, що сприяло розробці оптимальних, адаптивних, а пізніше й інтелектуальних систем керування складними біотехнологічними об'єктами (промислові пташники, споруди закритого ґрунту).

За останні роки на кафедрі захищено близько десяти дисертацій, що присвячені розробці систем автоматизації об'єктів керування, що містять біологічну складову. Це **В.Л.Ботвін, І.М.Болбот, В.М.Штепа, Б.Л.Голуб, М.О.Русиняк, В.Л.Щербатюк, А.О.Дудник, Д.С.Комарчук**. Ними в наукових дослідженнях використовувались сучасні методи: теорія випадкових процесів, теорія ігор і статистичних рішень, нейронні мережі, тощо. Деякі результати таких робіт опубліковані в списку, що приведений нижче.

1. Лисенко В. П. Оптимальне управління об'єктами із значним часом чистого запізнення / В. П. Лисенко, В. Л. Ботвін // Збірник наукових праць Національного аграрного університету «Механізація сільськогосподарського виробництва». – 1999. – Т. 6. – С. 314–320.
2. Лисенко В. П. Адаптивний алгоритм формування вибірки / В. П. Лисенко, В. Л. Ботвін // Аграрна наука і освіта. – 2000. – № 1. – С. 146–149.
3. Лисенко В.П., Болбот І.М. Особливості пр. розрахунках оптимальної температури в пташнику з напільним утриманням птиці. // Аграрна наука і освіта / 2005, т.5. - №5/6. – с.96 - 99.
4. Лисенко В. П. Використання методу Лагранжа для визначення оптимальних параметрів мікроклімату в промисловому пташнику / В. П. Лисенко, М. О. Русиняк // Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2004. – № 2(7). – С. 75–83.
5. Лисенко В.П., Щербатюк В.Л. Адаптивне енергоощадне управління умовами утримання біологічних об'єктів в агропромислових спорудах з використанням прогнозування збурень та методів теорії ігор. Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2010. Випуск 27. –с.177-182.

6. Лисенко В.П., Штепа В.М. Синтез енергоефективної адаптивної системи керування електрокоагуляційною очисткою стічних вод птахівничого комплексу на основі гібридних нейронних мереж // Аграрна наука і освіта. – 2007.- №1(14). – с.37 – 40.
7. Лисенко В. П. Нейромережеве прогнозування часових рядів температури навколишнього природного середовища / В. П. Лисенко, Н. А. Заєць, В. М. Штепа, А. О. Дудник // Біоресурси і природокористування. – 2011. – Т. 3, № 3–4. – С. 102–107.
8. Лисенко В. П. Робототехнічна система фітомоніторингу в тепличному господарстві / В. П. Лисенко, В. В. Козирський, І. М. Болбот, О. М. Болбот, І. І. Чернов, Ю. О. Батанов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 166, Ч. 3. – С.93–98.
9. Кондратенко І. П. Обґрунтування еквівалентних геометричних параметрів для розрахунку циліндричних індукторів некругового перерізу / І. П. Кондратенко, В. П. Лисенко, Д. С. Комарчук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2013. – № 184, Ч. 2. – С. 128–135.
10. Шворов С. А. Система керування процесом завантаження біомаси та спеціальних домішок в біореактор для отримання максимальних об'ємів біогазу та органічних добрив / С. А. Шворов, П. Г. Охріменко, Д. В. Чирченко // Енергетика і автоматика. - 2014. - № 3. - С. 155-161. - Режим доступу: [ttp://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_3_28.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/eia_2014_3_28.pdf).
11. Лисенко В. П. Природні збурення біотехнічних об'єктів, їх моделювання та прогнозування / В. П. Лисенко, Б. Л. Головінський, В. М. Решетюк, В. М. Штепа, Н. А. Заєць, В. Л. Щербатюк, А. О. Дудник. – К. : НУБіП України, 2014. – 112 с.
12. Лисенко В. П. Системи штучного інтелекту: нечітка логіка, нейронні мережі, нечіткі нейронні мережі, генетичний алгоритм / В. П. Лисенко, В.М.Решетюк, В. М. Штепа, Н. А. Заєць, В. О. Мірошник, А. О. Дудник. – К. : НУБіП України, 2014. – 335 с.
13. Шуруб Ю.В. Статистична оптимізація регульованих за напругою асинхронних електроприводів // Технічна електродинаміка. – 2014. – №5 – С.116-118.
14. Кривуца В.Г. Системи управління національною інформаційно-комунікаційною інфраструктурою: Монографія / Кривуца В.Г., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В., Коваль В.В., Костік Б.Я., Лисенко В.П., Олійник В.Ф., Поповський В.В., Слюсарь В.О., Ходзінський О.М.// - Київ.: «ЦП «Компринт», 2013. – 310 с.

УДК 620.179.112/075.8

МЕТОДОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТСМ

Журавель Д.П., к.т.н., доцент

e-mail: dmitriy041169@mail.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. В ближайшей перспективе ожидается увеличение потребления нефтепродуктов при примерно постоянных объемах их производства и нарастающем дефиците топливно-смазывающих материалов (ТСМ). Эти факторы привели к необходимости реконструкции топливно-энергетического комплекса путем более глубокой переработки нефти, применения энергосберегающих технологий, перехода на менее дорогостоящие виды ТСМ. Поэтому одним из основных путей совершенствования дизельной мобильной техники, остающейся основным потребителем нефтяных ТСМ в аграрном производстве, является их адаптация к работе на альтернативных видах топливно-смазывающих материалов.

Формулировка целей. Целью данной работы является установление показателей надежности функциональных систем мобильной техники, работающих на различных видах ТСМ.

Основные материалы исследования. Мобильная техника представляет собой комплекс агрегатов и узлов, от которых зависит надежность и ресурс мобильного агрегата в целом.

Статистический анализ наработки систем мобильной техники, поступающих в ремонт, позволил установить средние значения наработки до отказов её функциональных систем и их 80% ресурс, что соответствует нормирующим средним ресурсам, установленным ГОСТ 10579-82 (СЭВ 2405-80).

В качестве систем мобильной техники взяты: дизельный двигатель трансмиссия, ходовая часть, гидрооборудование, электрооборудование, механизм управления. Отказы этих элементов статистически независимы.

Результаты расчётов времени T_n , в течение которого вероятность выхода параметра за фиксированные границы допуска будет не более $P(t) \leq 0,5$, что соответствует среднему ресурсу, позволили обнаружить весьма существенную негативную тенденцию, суть которой состоит в том, что различные элементы этого агрегата обладают существенно отличающимися ресурсами.

Средние ресурсы функциональных систем мобильной техники, работающих на минеральных ТСМ составляют: дизельный двигатель - 29000 мото-часов.; трансмиссия - 46400 мото-часов.; ходовая часть - 36400 мото-часов.; гидрооборудование - 22100 мото-часов.; электрооборудование - 16200 мото-часов.; механизм управления - 30000 мото-часов. При работе на биологических ТСМ ресурсы ниже.

Такое снижение ресурса функциональных систем мобильной техники, работающей на биологических ТСМ объясняется активным воздействием метанолов биологических топлив и лёгких фракций масел на материалы всех элементов систем мобильной техники, что приводит к разрушению поверхностей и увеличению износов пар трения.

Фактические ресурсы систем мобильной техники работающих на различных видах ТСМ представлены в таблице 1.

Таблиця 1- Фактичні ресурси систем мобільної техніки, що працюють на різних видах ТСМ

Найменування функціональних систем мобільної техніки	Фактичний ресурс мото-годин				Нормований серед. ресурс, мото-годин
	80%		Середній		
	Мінеральні ТСМ	Біологічні ТСМ	Мінеральні ТСМ	Біологічні ТСМ	
Дизельний двигач	23200	20648	29000	25810	25000-30000
Трансмісія	37120	33408	46400	41760	45000-50000
Ходова частина	29120	26790	36400	33480	35000-40000
Гідрообладнання	16780	16620	22100	20770	20000-25000
Електрообладнання	12960	12440	16200	15550	16000-17000
Механізм керування	24000	23040	30000	28800	28000-32000

Висновки.

1. Встановлено, що надійність функціональних систем мобільної техніки, що працюють на біологічних ТСМ значно нижче, ніж при роботі на дизельних ТСМ нафтяного походження. Наприклад, середній ресурс наработки мобільної техніки, що працює на мінеральних ТСМ становить 30017 мото-годин, а на біологічних 27695 мото-год., що дає зниження загального середнього ресурсу, порівняно з роботою на мінеральних ТСМ, на 7,75%.

2. Встановлено, що для мобільної техніки, що працює на біотопливомасляних матеріалах найбільш «слабким ланкою» є дизельний двигач, зниження ймовірності його безотказної роботи становить 10,6% порівняно з двигачем, що працює на мінеральних ТСМ. Підвищення середнього ресурсу можливо за рахунок заміни деяких матеріалів деталей вузлів і агрегатів, які інертні для біологічних ТСМ.

Список використаних джерел.

1. Дослідження фізико-хімічних показників альтернативного біопалива на основі ріпакового масла / Марченко А.П., Семенов В.Г., Семенова Д.У., Лінков О.Ю.// Машинобудування: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірник наукових праць. Випуск 101.-Харків: ХГПУ.- 2000.- С.159-163.

2. Дидур В.А. Особливості експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки при використанні біодизельного палива. /В.А.Дидур, В.Т.Надыкто, Д.П.Журавель, В.Б. Юдовинский. - М. «Трактори і сільхозмашини», 2009. - №3. - С.3-6.

УДК 621.3.01:519.876.5

МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИНОМОВ ЧЕБЫШЁВА И ЕГО СХЕМНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Тиховод С.М., д.т.н., профессор

e-mail: tikhovod@narod.ru

Корнус Т.М., инженер,

Токмаков И.В., аспирант

Запорожский национальный технический университет

Постановка проблемы. Одной важных частей современного АПК являются электротехнические системы. Развитие этих систем невозможно без развития методов базовой дисциплины – теоретической электротехники, в том числе теории переходных процессов. Уравнения состояния, описывающие переходный процесс, являются интегро-дифференциальными уравнениями. Реальные исследуемые цепи могут содержать несколько сотен элементов, что приводит к большим системам дифференциальных уравнений и значительному времени моделирования.

Формулирование целей (постановка задачи) – разработка более быстродействующего метода расчета переходных электромагнитных процессов, использующего полиномиальную аппроксимацию решения, а также разработка схемной модели метода, создающая удобство при моделировании.

Основные материалы исследования. Рассмотрим одноконтурную цепь переменного тока, содержащую резистивный (R), индуктивный (L) и емкостный (C) элементы, включенные последовательно. Пусть до коммутации конденсатор был заряжен до напряжения $u_c(0) = u_{c0}$. При подключении в момент t_0 источника переменной ЭДС $e(t)$ в цепи происходит переходный процесс, который описывается линейным интегро-дифференциальным уравнением:

$$L \frac{di}{dt} + Ri + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t) dt + u_c(t_0) = e(t) \cdot \quad (1)$$

Пусть уравнение, составленное по закону напряжений Кирхгофа, соблюдается точно в заданном ряде узловых временных точек t_0, t_1, \dots, t_{N-1} для некоторой функции, которая аппроксимирует зависимость тока от времени. В других точках закон напряжений Кирхгофа соблюдается с некоторой погрешностью. Решение уравнения (1), как функцию от времени, в интервале времени $t \in [a, b]$ аппроксимируем полиномами Чебышёва 1-го рода:

$$i(t) \approx p(t) = c_0 T_0(t) + c_1 T_1(t) + c_2 T_2(t) + \dots + c_{N-1} T_{N-1}(t) \cdot \quad (2)$$

Коэффициенты c_k перед полиномами Чебышёва пока считаем неопределенными. Определение функции $i(t)$ заключается в определении значений коэффициентов c_k ($k=0 \dots N-1$). Для полинома (2) зададим условие метода коллокаций: в точках t_k деления интервала изменения аргумента

$$i(t_k) = p(t_k) \quad \text{для } k = 0, 1, 2, \dots, N-1. \quad (3)$$

Запишем условие (3) для каждой точки t_k ($k = 0, 1 \dots N-1$), и получим систему линейных алгебраических уравнений, которая в матричной форме имеет вид:

$$\mathbf{V} \cdot \mathbf{C} = \mathbf{I} - i_0, \quad (4)$$

©Тиховод С.М., Корнус Т.М., Токмаков И.В.

где

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} T_1(t_1) - T_1(t_0) & T_2(t_1) - T_2(t_0) & \dots & T_{N-1}(t_1) - T_{N-1}(t_0) \\ T_1(t_2) - T_1(t_0) & T_2(t_2) - T_2(t_0) & \dots & T_{N-1}(t_2) - T_{N-1}(t_0) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ T_1(t_{N-1}) - T_1(t_0) & T_2(t_{N-1}) - T_2(t_0) & \dots & T_{N-1}(t_{N-1}) - T_{N-1}(t_0) \end{bmatrix} \quad (5)$$

$\mathbf{C} = [c_1 \ c_2 \dots \ c_{N-1}]^T$ – вектор коефіцієнтів полінома (2) без коефіцієнта c_0 ;

$\mathbf{I} = [i(t_1) \ i(t_2) \dots \ i(t_{N-1})]^T$ – вектор значень току в опорних точках 1, 2, ..., N-1.

Продифференціюємо вираження (2) і для точок t_1, t_2, \dots, t_{N-1} підставимо значення t , то отримаємо систему лінійних рівнянь, яка в матричній формі має вигляд:

$$\mathbf{I}' = \mathbf{D} \mathbf{C}, \quad (6)$$

где \mathbf{D} – матриця, подібна матриці (5).

Проінтегруємо вираження (2) від t_0 до t_m :

$$J(t_m) = \int_{t_0}^{t_m} p(t) dt = \int_{t_0}^{t_m} (c_0 T_0(t) + c_1 T_1(t) + c_2 T_2(t) + \dots + c_{N-1} T_{N-1}(t)) dt \quad (7)$$

Розглянемо вираження (7) при значеннях t , рівних значенням цієї змінної во всіх вузлових точках при зміні номера m від 1 до N-1, отримаємо систему рівнянь, яка в матричній формі має вигляд:

$$\mathbf{J} = \mathbf{S} \mathbf{C} + \Delta \cdot i_0, \quad (8)$$

где \mathbf{J} – вектор інтегралів (7) для значень $k=1, 2, \dots, N-1$;

$\Delta = [\delta_1 \ \delta_2 \ \dots \ \delta_{N-1}]^T$; \mathbf{S} – матриця, подібна матриці (5).

Преобразуємо інтегро-дифференціальне рівняння (1) з урахуванням апроксимації (1) для точок $k = 1, 2, \dots, N-1$. Отримаємо в матричній формі вираження:

$$\mathbf{L}\mathbf{I}' + \mathbf{R}\mathbf{I} + \mathbf{B}\mathbf{J} + u_{c0} = \mathbf{e}, \quad (9)$$

где $\mathbf{B} = \mathbf{I}/\mathbf{C}$, \mathbf{e} – вектор значень ЕДС джерела в точках 1, 2, ..., N-1 часового сегмента.

Якщо підставити в вираження (9) матриці \mathbf{I} (4), \mathbf{I}' (6), \mathbf{J} (8), то отримаємо вираження закону напружень Кірхгофа для зображень:

$$(\mathbf{L}\mathbf{D} + \mathbf{R}\mathbf{V} + \mathbf{B}\mathbf{S})\mathbf{C} = \mathbf{e} - u_{c0} - \mathbf{R}i_0 - \mathbf{B}\Delta \cdot i_0. \quad (10)$$

Знаючи вектор \mathbf{C} коефіцієнтів поліноміальної апроксимації і початкові значення i_0 і u_{c0} можна визначити значення току во всіх довільних точках часового сегмента τ згідно (2).

Інтерпретація методу. Исходной ветви с током $i(t)$ соответствует ветвь замещения, по которой протекает изображение \mathbf{C} , тока $i(t)$. При этом в ветви замещения резистивный элемент имеет изображение сопротивления $\mathbf{R}\mathbf{V}$ и последовательно с ним навстречу току включается источник постоянной ЭДС величиной $\mathbf{R}i_0$. Индуктивный элемент имеет изображение $\mathbf{L}\mathbf{D}$, а емкостный элемент – изображение $\mathbf{B}\mathbf{S}$ и последовательно с ним навстречу току включается источник постоянной ЭДС величиной $\mathbf{B}\Delta i_0 + u_{c0}$. Можно показать, что в узлах схемы замещения для изображений \mathbf{C} соблюдается закон токов Кирхгофа.

Выводы. Предложенный метод расчета переходных процессов в электрических цепях позволяет интегро-дифференциальные уравнения состояния (1) сводить к алгебраическим уравнениям (10). При решении модельной задачи предложенный метод имеет быстроедействие в четыре раза лучше, чем многошаговый метод Гира.

Список использованных источников.

1. Зевеке Г.В. Основы теории цепей / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – Москва: Энергоатомиздат, 1987. – 424с.
2. Ильина В.А. Численные методы для физиков-теоретиков.1. / В.А. Ильина, П.К. Силаев. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2003. – 132с.
3. Васильев Н.И. Применение полиномов Чебышева в численном анализе. / Н.И. Васильев, Ю.А. Клоков, А.Я. Шкерстена. – Рига: Зинатне. – 1984. – 240с.

УДК 621.313.333

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПІД ВПЛИВОМ НЕПОВНОФАЗНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ

Квітка С.О., к.т.н., доцент

e-mail: sergei.kvitka@yandex.ua

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент

Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент

Квітка О.С., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – представлені результати дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під впливом неповнофазного режиму роботи, наведені залежності сили струму і швидкості теплового зносу ізоляції обмотки статора асинхронного електродвигуна в функції коефіцієнта завантаження.

Постановка проблеми. Подальше зростання енергоозброєності АПК потребує вирішення проблем надійності і довговічності електроустаткування, що експлуатується. Основним споживачем і перетворювачем електроенергії служить електропривод на базі асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, від надійності якого залежить нормальне протікання будь-якого технологічного процесу. Експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором, як у промисловості так і у сільському господарстві, залишається невисокою. Їх аварійність щорічно складає 20-25 % [1-6]. В аварійних режимах роботи струми, які протікають в обмотках статора та ротора електродвигуна, перевищують номінальні значення. В результаті чого перегріваються обмотки й зношується їх ізоляція, стан якої визначається не тільки значенням струму, але і його тривалістю.

Тому, дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів при їх роботі в аварійних режимах і розробка на підставі даних досліджень пристроїв контролю та захисту є актуальною задачею.

Формулювання цілей (постановка завдання). Завданням статті є дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під впливом неповнофазного режиму роботи з урахуванням коефіцієнта завантаження.

Основні матеріали дослідження (основна частина). Дослідимо напругу на зати-скачах електродвигуна при неповнофазному режимі роботи. Для чого проаналізуємо вплив неповнофазного режиму на асинхронний електродвигун серії АИР100L4У3. У разі автономного живлення електродвигуна напруга зміщення нейтралі дорівнює $\dot{U}_N = -110$ В, напруга на фазах, що залишилися в роботі, дорівнює $\dot{U}_b = -j190$ В, $\dot{U}_c = j190$ В. Симетрична складова напруги прямої, зворотної і нульової послідовностей відповідно дорівнюють $\dot{U}_1 = 110$ В, $\dot{U}_2 = -110$ В, $\dot{U}_0 = 0$. Кратності напруг прямої і зворотної послідовностей відповідно дорівнюють $k_{U1} = 0,5$, $k_{U2} = 0,5$.

Враховуючи вихідні дані для електродвигуна АИР100L4У3 отримуємо розрахункові дані, які наведені в табл.1.

Таблиця 1 – Розрахункові дані

k_3	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
s	0,054	0,106	0,149	0,184	0,215	0,242	0,265
k	0,48	0,84	1,08	1,23	1,34	1,42	1,48
I, A	4,00	7,70	9,95	11,30	12,04	12,67	13,00
ϵ_b бгод/год	0,64	0,78	1,27	3,18	7,86	20,24	39,63

Оскільки кратності напруги симетричних складових прямої і зворотної послідовностей рівні між собою, то в порівнянні з несиметричним повнофазним режимом цей режим є більш важким: результуючий пусковий момент дорівнює нулю, ковзання за одних і тих же умов більше.

Висновок. Таким чином, на підставі проведеного дослідження можна зробити наступний висновок: робота в неповнофазному режимі навіть мало завантажених асинхронних електродвигунів супроводжується значним збільшенням струму в обмотці статора і інтенсивним процесом теплового зносу ізоляції.

Список використаних джерел.

1. *Овчаров В.В.* Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – К. : УСХА, 1990. – 168 с.
2. *Квітка С.О.* Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів під дією струмового навантаження та розробка пристрою захисту від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, Д.М. Нестерчук, О.С. Квітка // Таврійський державний агротехнологічний університет : праці. – Мелітополь : ТДАТУ, 2013. – Вип. 13. Т. 5. – С. 172-177.
3. *Вовк О.Ю.* Вплив зниження напруги живлячої мережі на теплове зношення ізоляції асинхронного електродвигуна / О.Ю. Вовк, С.О. Квітка, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків : ХНТУСГ, 2014. – С. 79-81.
4. *Квітка С.О.* Пристрій контролю функціонального стану та захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, О.С. Квітка // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. – Вип. 153. – Харків : ХНТУСГ, 2014. – С. 85-87.
5. *Квітка С.О.* Дослідження теплових процесів асинхронних електродвигунів та розробка пристрою захисту від аварійних режимів роботи / С.О. Квітка, О.Ю. Вовк, Д.М. Нестерчук // Таврійський державний агротехнологічний університет : праці. – Мелітополь : ТДАТУ, 2010. – Вип. 10. Т. 4. – С. 18-23.
6. *Кондратюк О.Ю.* Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты / О.Ю. Кондратюк, А.Б. Егоров // Системы обработки информации. – 2006. – Вип. 4(53). – С. 79-86.

УДК 621.313.333

КОНТРОЛЬ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент

e-mail: vovk020405@mail.ru

Квітка С.О., к.т.н., доцент

Квітка О.С., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – запропоновані спосіб та пристрій контролю витрати ресурсу ізоляції асинхронних електродвигунів при відхиленні напруги живлячої мережі за швидкістю теплового зносу ізоляції електродвигунів з урахуванням коефіцієнту завантаження.

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 як у промисловості та і у сільському господарстві 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 електродвигунів [3, 4].

Формулювання цілей (постановка завдання). Тому завданням статті є розробка пристрою контролю та захисту асинхронних електродвигунів потокової технологічної лінії при відхиленні напруги живлячої мережі з урахуванням завантаження асинхронних електродвигунів та температури навколишнього середовища.

Основні матеріали дослідження (основна частина). Пристрій контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії базується на наступних принципах: 1. Експлуатаційні параметри кожного електродвигуна лінії, значення яких безперервно контролює пристрій, наступні: поточні діючі значення напруг у кожній фазі – U_A, U_B, U_C ; поточні діючі значення сил лінійних струмів – I_A, I_B, I_C ; поточна температура навколишнього середовища – $\vartheta_{сер}$. 2. Конструкційні параметри кожного електродвигуна лінії, значення яких вводяться у пристрій, наступні: номінальна швидкість теплового зносу ізоляції – ε_n ; параметр, що характеризує ізоляцію – B ; номінальне усталене перевищення температури ізоляції обмотки – τ_{1n} ; номінальна температура навколишнього середовища – $\vartheta_{сер,n}$; параметри Г-подібної схеми заміщення – r_1', r_2'', x_1', x_2'' ; коефіцієнт втрат – a ; температурний коефіцієнт опору провідників обмотки – α ; номінальне ковзання – s_n ; номінальна фазна напруга – U_n ; номінальний лінійний струм – I_n ; показник ступеня, який характеризує зміну статичного моменту робочої машини при зміні швидкості – x ; відносне значення початкового моменту опору робочої машини – M_{0*} . 3. Пристрій, маючи значення експлуатаційних та конструкційних параметрів, обчислює швидкість теплового зносу ізоляції кожного електродвигуна лінії – ε . 4. У разі перевищення швидкості теплового зносу ізоляції хоча б одного з електродвигунів лінії понад номінальне значення пристрій сигналізує обслуговуючому персоналу

про виникнення аварійного режиму роботи та вмикає стабілізатор напруги у силову коло електродвигунів лінії для підняття значення напруги на необхідний рівень. 5. У разі стабілізації напруги живлячої мережі, тобто досягнення нею допустимого значення на ділянці до підключення стабілізатора напруги пристрій сигналізує обслуговуючому персоналу про її стабілізацію та відключає стабілізатор напруги.

Взаємозв'язок між вказаними вище експлуатаційними та конструкційними параметрами асинхронних електродвигунів і швидкістю теплового зносу ізоляції досліджено авторами у [7].

У відповідності до наведених принципів розроблена і представлена структурна схема пристрою контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії.

Висновок. Запропоновано пристрій контролю та захисту асинхронних електродвигунів технологічної лінії, який дозволяє контролювати режим роботи, захищати електродвигуни потокової лінії при відхиленні напруги живлячої мережі з урахуванням завантаження асинхронних електродвигунів і температури навколишнього середовища та стабілізувати напругу живлячої мережі, тим самим підвищуючи експлуатаційну надійність вказаних електродвигунів.

Список використаних джерел.

7. 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.
8. Закладной А.Н. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / А.Н. Закладной, О.А. Закладной // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2004. – № 4. – С.63–67.
9. Токочакова Н.В. Оптимизация уровня напряжения промышленных потребителей с целью снижения энергозатрат / Н.В. Токочакова, Ю.Н. Колесник // Вестник ГГТУ им. П.О.Сухого. – Гомель, 2001. – № 3-4. – С.23–29.
10. Кондратюк О.Ю. Анализ аварийных режимов работы асинхронных двигателей к вопросу выбора их эффективной защиты / О.Ю. Кондратюк, А.Б. Егоров // Системи обробки інформації. – 2006. – Вип. 4(53). – С.79–86.
11. Лавыгин Ю.С. Обоснование выбора микропроцессорного устройства защиты асинхронного электродвигателя / Ю.С.Лавыгин, М.Л.Сапунков // Вестник ПНИПУ. Електротехніка, інформаційні технології, системи управління. – Пермь, 2014. – № 9. – С.142–148.
12. Попова І.О. Пристрій захисту асинхронних електродвигунів при відхиленні напруги мережі // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2012. – Вип.12, Т.2. – С.47-50.
13. Вовк О.Ю. Вплив зниження напруги живлячої мережі на теплове зношення ізоляції асинхронного електродвигуна / О.Ю.Вовк, С.О.Квітка, О.С.Квітка // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 153 «Проблеми енергозабезпечення в АПК України». – С.79–81.

УДК 621.316.929

ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Попова І.О., к.т.н., доцент

e-mail: irinapopova54@mail.ru

Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – електронний пристрій діагностує режими роботи групи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі за рахунок контролю напруги зворотної послідовності і температури обмотки статора кожного асинхронного двигуна, забезпечує включення полегшуючого режиму роботи для кожного двигуна при глибокій несиметрії на час завершення технологічного процесу.

Постановка проблеми. Несиметрія напруг мережі, є специфічною особливістю сільських розподільчих кіл 0,38/0,22 кВ, оскільки вони відзначаються великою довжиною та змішаним підключенням однофазних і трифазних споживачів [1]. Несиметричний режим є звичайним режимом зазначених сільських мереж.

Тому розробка електронного пристрою телеконтролю режиму роботи асинхронних двигунів технологічної лінії при несиметрії напруг мережі і полегшення їх режиму експлуатації при обриві лінійного проводу (глибокій несиметрії напруг) є актуальною задачею.

Формулювання цілей (постановка завдання). В роботі поставлена задача розробити удосконалений пристрій контролю експлуатаційних режимів роботи асинхронних двигунів при несиметрії напруг мережі.

Основна частина. За результатами теоретичних і експериментальних досліджень про вплив несиметрії напруг мережі і коефіцієнта завантаження робочої машини на швидкість теплового зносу ізоляції асинхронного двигуна, зокрема, на температуру його обмотки, розроблена структурна схема пристрою, який складається з блоку часових позицій; блоку виявлення ушкоджень кіл датчиків та номеру аварійного двигуна; блоку сигналізації й захисту від аномальних режимів двигунів і датчиків контролю аномального режиму роботи асинхронного двигуна; керованого джерела напруги; стабілізованого джерела живлення; датчиків контролю аномальних режимів роботи; L-С контуру; блоку виявлення вхідних сигналів; виконуючого органу; фільтра напруги зворотної послідовності; світлової сигналізація аварійного двигуна; симетруючого пристрою.

Датчик контролю аномального режиму роботи асинхронного двигуна складається з фільтра напруги зворотної послідовності, первинного перетворювача температури і аналога лямбда-діода на біполярних транзисторах. Фільтр напруги зворотної послідовності, виконаний на базі двох резисторів і двох конденсаторів, які включені за мостовою схемою, підстроєчного резистора, яким задається граничне значення несиметрії напруги мережі зворотної послідовності і обмежувального резистору. Аналог лямбда-діода утворюється за допомогою двох біполярних транзисторів, включених за схемою з об'єднаними емітерами.

Проведені дослідження вольт-амперних характеристик (ВАХ) аналога лямбда-діода з біполярними транзисторами показали можливість зміни його ВАХ у широких межах за рахунок включення в коло бази одного з транзисторів терморезистора і зміни

потенціалу, що подається з фільтру напруги зворотної послідовності на базу іншого транзистора [2, 3]. При досягненні температури обмотки електродвигуна або несиметрії напруги граничного значення, змінюється співвідношення величин опорів резисторів, включених в кола баз транзисторів, що призводить до збільшення струму через аналог лямбда-діода, збільшенню ширини ВАХ аналог лямбда-діода. В коливальному L-C контурі виникають гармонійні коливання, які в блоці виявлення вхідних сигналів формують сигнал і подають до блоку сигналізації та захисту від аномальних режимів двигунів та блоку виявлення ушкоджень кіл датчиків та номеру аварійного двигуна. Первинними перетворювачами температури в датчику аномальних режимів є позистори, які встановлені в обмотках асинхронного двигуна.

В разі обриву лінійного проводу з фільтру напруги зворотної послідовності датчика контролю аномального режиму подається сигнал на виконавчий орган на об'єднання нульової точки обмотки статора асинхронного двигуна з нульовим проводом, в якості якого використано оптосемистор, що включено між нульовою точкою обмотки статора і заземленням корпусу двигуна. Датчики контролю аномального режиму роботи, які встановлюються на асинхронних двигунах потокової технологічної лінії, приєднуються до пристрою за допомогою одного проводу. Кількість датчиків дорівнює кількості контрольованих електродвигунів.

Висновки. Пристрій дозволяє підвищити експлуатаційну надійність групи електродвигунів за рахунок безперервного телеконтролю експлуатаційних режимів роботи, що дозволяє збільшити термін їхньої служби у сільськогосподарському виробництві і виявити номер електродвигуна, що працює у аномальному режимі..

Список використаних джерел

1. Некрасов А.И. Совершенствование системы технического сервиса и повышение эффективности работы сельских электроустановок. /А.И. Некрасов Автореф. дис... доктора техн. наук. – Краснодар: 2007 – 42 С.
2. Патент № 22526 Україна, МПК(2006) G01K7/16. Пристрій для контролю температури / А.Я. Чураков, І.О. Попова, С.Ф. Курашкін (Україна). – № 200612431; Заявл. 27.11.2007; Опубл.25.04.2007, Бюл. № 5.
4. Патент 28741 Україна, МПК (2006) H02H 7/09, G01K 7/16. Пристрій контролю електродвигунів при несиметрії напруги / А.Я. Чураков, І.О. Попова, С.Ф. Курашкін (Україна). – u2007 07338; Заявл. 2.07.2007; Опубл.25.12.2007, Бюл. № 21. 2007. – 7 С.

УДК 621.313.333+621.316.925.4

**АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ
ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ
АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ
З КОРОТКОЗАМКНУТИМ РОТОРОМ**

*Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент
Рижков А.О., к.т.н., доцент*

e-mail: dina-nesterchuk@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – робота присвячена розробці алгоритму для функціонування системи діагностування та захисту низьковольтних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором та його адаптації для конкретних типів електродвигунів.

Постановка проблеми. Однією з основних задач сучасних промислового і агропромислового виробництва є підвищення якості, конкурентоспроможності та економічності продукції, підвищення її надійності, зниження вартості, матеріалоємності і енергоспоживання [1-4]. Тому особливий вплив на вирішення цього завдання надає надійність роботи асинхронних електродвигунів (АД), які використовуються як приводні механізми для обладнання промислового і агропромислового виробництва. Зазвичай дані АД розраховуються на термін служби до 5...20 років з проведенням капітальних ремонтів. Обов'язковою умовою при експлуатації АД є робота при номінальних або каталожних параметрах, що вказуються в паспорті АД. Однак необхідно зазначити, що реальні умови роботи низьковольтних АД з короткозамкненим ротором є умови, які далекі від необхідних.

Актуальним в наш час є впровадження комбінованого теплового захисту на базі сучасних мікроконтролерів, так як стало можливим вирішувати задачу діагностування АД та побудови комбінованого захисту для ізоляції обмоток, як статора, так й ротора АД, як при повільних, так й при швидких наростаннях теплових перевантажень.

Формулювання цілей (постановка завдання). Створення алгоритму ідентифікації параметрів АД, як основи інформаційного забезпечення процесу експлуатації і ремонту АД, для зменшення ресурсних та енергетичних витрат.

Основні матеріали дослідження. За даними літературних джерел існують класичні методи побудови захисту, які ґрунтуються на застосуванні захисту від перевантаження статора при використанні діючого значення сили струму від часу спрацювання або часо-струмової характеристики [5]. До недоліків таких методів можна віднести неможливість контролю температури обмоток статора та ротора АД, а також не спрацювання захисту при багатократних пусках при включеному навантаженні.

Алгоритм ідентифікації номінальних параметрів і параметрів динамічного режиму АД – це послідовність кроків, які дозволяють отримати при використанні вимірювально-перетворювального комплексу системи масиву даних усталених та перехідних процесів струмів та напруг, достатніх для подальшої процедури ідентифікації АД [6]. Початковими даними для алгоритму є сила електричного струму, що споживається АД, та допоміжні параметри, до яких належать – номінальна потужність, номінальний струм, номінальний коефіцієнт корисної дії АД, клас нагрівостійкості системи ізоляції, інтервал часу зчитування сили струму (крок дискретизації).

На основі вище наведеного масиву даних, який вводиться оператором в пам'ять мікроконтролера, останнім здійснюється ідентифікація опору фаз статора, а також аналітично визначається коефіцієнт втрат потужності a з урахуванням розподілу втрат потужності в АД в цілому.

Алгоритм складається з таких кроків:

- 1) визначення поточного часу;
- 2) дискретне вимірювання миттєвих значень сили струму АД;
- 3) обчислення діючого значення сили струму з числовою фільтрацією отриманих значень;
- 4) визначення середньоквадратичного діючого значення сили струму;
- 5) визначення кратності струму по відношенню до номінального струму;
- 6) визначення усталеного перевищення температури електродвигуна над температурою навколишнього середовища;
- 7) визначення еквівалентної постійної часу нагрівання АД;
- 8) визначення перевищення температури обмотки згідно рівняння нагріву обмотки;
- 9) визначення фактичної температури обмотки електродвигуна з урахуванням температури навколишнього середовища $\vartheta_{сер}$;
- 10) перевірка умов
 - якщо $\tau > \tau_n$, то в мікропроцесорному комплексі формується сигнал персоналу щодо початку теплового перевантаження;
 - якщо $\Theta > \Theta_n$, то в мікропроцесорному комплексі формується команда на відключення АД.

Висновки.

1 Запропонований алгоритм може бути основою для побудови системи безперервного та неруйнівного діагностування асинхронних електродвигунів.

2 Наявність мікропроцесорного комплексу в системі діагностування дозволить оперативно адаптувати алгоритм і параметри системи під параметри конкретного типу асинхронного електродвигуна.

Список використаних джерел.

1. Гольдберг О.Д. Надежность электрических машин: учебник для студ. высш. учеб.заведений / О.Д. Гольдберг, С.П. Хелемская; под ред. О.Д. Гольдберга. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 288 с.
2. Кузнецов Н.Л. Надежность электрических машин / Н.Л. Кузнецов – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 432 с.
3. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве. / В.В.Овчаров. – К.: Изд – во УСХА, 1990. – 168 с.
4. Соркин М. Асинхронные электродвигатели 0,4 кВ. Аварийные режимы работы / М. Соркин. // Новости электротехники. – 2005. – №2(32). – С. 36–38.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: учебник для Вузов/ В.А.Андреев. - 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2006. – 639 с.
6. Бешта О.С. Ідентифікація параметрів електропривода в задачах енерго- і ресурсозбереження (розвиток теорії, розробка і впровадження): Дис...доктор. техн. наук; 03.09.03/ НГУ. – Дніпропетровськ, 2001. – 344 с.

УДК 621.313.333.2:621.389

УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Курашкин С.Ф., к.т.н., доцент

e-mail: serhii.kurashkin@tsatu.edu.ua

Таврический государственный агротехнологический университет

Аннотация – в устройстве диагностирования помимо измерения сопротивления изоляции реализована возможность поддержания его в пределах нормируемого значения. Сушка изоляции производится во время технологической паузы оборудования, при отключенном электродвигателе.

Постановка проблемы. Надежность технологического оборудования зависит от надежности его электропривода, в качестве которого используются асинхронные электродвигатели. Наиболее подвержены выходу из строя те двигатели, которые работают в условиях повышенной влажности [1]. Влага снижает сопротивление изоляции электродвигателя и создает предпосылки для дальнейшего ее разрушения. Таким образом, существует проблема повышения надежности асинхронных электродвигателей и снижения выхода их из строя из-за увлажнения изоляции.

Формулирование целей (постановка задания). Для повышения надежности электродвигателей предлагается устройство, позволяющее диагностировать текущее состояние изоляции электродвигателя во время технологической паузы, а при ее ухудшении – поддерживать сопротивление не ниже нормированного [2] значения.

Основные материалы исследования. Структурная схема устройства диагностирования состоит из следующих блоков: измерения сопротивления изоляции 1, реле 2, индикации 3, сушки изоляции 4, генератора импульсов 5, источника питания 6 и магнитного пускателя 7. Блок 1 получает питание после размыкания силовых контактов пускателя 7 и контролирует сопротивление изоляции электродвигателя во время технологической паузы. В случае превышения сопротивления изоляции блок реле 2 отключает блок измерения 1 и запускает генератор импульсов 5. Импульсы подаются на блок сушки 4, что приводит к протеканию по обмоткам статора электродвигателя пульсирующего тока, подсушивающего изоляцию. Блок питания 6 формирует напряжение питания элементов устройства и испытательное напряжение, которое прикладывается к корпусу электродвигателя.

Вывод. Устройство диагностирования контролирует состояние изоляции электродвигателя во время технологической паузы, а при ее ухудшении – выполняет сушку токами повышенной частоты. Чередование сушки и контроля изоляции с точки зрения энергозатрат гораздо эффективнее непрерывной сушки.

Список использованных источников.

1. *Овчаров С.В.* Ресурсосберегающие эксплуатационные режимы силового электрооборудования / *С.В. Овчаров.* – К. : Издательство ТОВ «Аграр Медиа Груп», 2012. – 294 с.
 2. *Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей.* – Харьков : Издательство «Индустрия», 2012. – 352 с.
- Пахомов А.* Устройство автоматической сушки обмоток электродвигателя / *А. Пахомов* // Журнал Радио. – 2002, №6. – С. 32 – 33.

УДК 536.24

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕПЛООВОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ АККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Антипов Е.А., аспирант

e-mail: ant1doc@mail.ru

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Аннотация – проведено численное моделирование и экспериментальное исследование процессов теплопереноса в аккумуляторе теплоты фазового перехода. Моделирование выполнено с использованием программного комплекса COMSOL Multiphysics 3.5a. Изучены и проанализированы полученные значения динамики накопления и расходов тепловой энергии в исследуемом объекте.

Постановка проблемы. Аккумуляция теплоты целесообразна и может широко применяться в тех случаях, когда есть избыток тепловой энергии, которую посредством ее аккумуляции можно использовать в другие периоды времени, для которых потребность в ней растет. Аккумуляция теплоты в тепловых аккумуляторах может осуществляться либо за счет только теплоемкости теплоносителя, либо дополнительного использования эффекта фазового перехода или химических превращений материала (процессы плавления и кристаллизации, прямые и обратные химические реакции, сопровождающиеся поглощением и выделением теплоты). Аккумуляторы теплоты с фазовыми или химическими превращениями позволяют сконцентрировать большое количество энергии в сравнительно небольших объемах аккумулирующего материала (АМ). В качестве АМ при фазовых превращениях могут быть использованы, например, соли Na или K, а также природные материалы (парафин, глауберова соль), обладающие низкой температурой плавления и кристаллизации [1, 2].

Формулирование целей (постановка задания). Эффективность таких аккумуляторов (с фазовыми или химическими превращениями АМ) в значительной степени зависит от степени использования потенциала накопления и отдачи энергии за полный цикл работы соответствующего устройства. Это ставит перед исследователями задачу выбора оптимальных параметров их конструкции, куда входят объем, масса теплоаккумулирующего материала и т.п. Поэтому целью настоящей работы является – комплексное исследование эффективности работы аккумулятора теплоты и выбор оптимальных параметров его конструкции на основе проведенного численного моделирования и серии экспериментальных исследований.

Основные материалы исследования. В работе проведено экспериментальное исследование и численное моделирование процессов тепло- и массопереноса в замкнутой емкости при плавлении АМа вокруг горизонтального цилиндрического теплового источника (труб) с гладкой поверхностью. Экспериментальная установка состоит из камеры, наполненной парафином, в которой расположены пучки труб, внутри которых циркулирует нагретый теплоноситель (горячая вода) при «зарядке» аккумулятора или холодный теплоноситель (холодная вода) при «разрядке» теплового аккумулятора. Система запорной арматуры позволяет комбинировать различные варианты размещения нагревательных труб: шахматное или коридорное их расположение в теплоаккумуляторе [3]. Контроль температуры непосредственно в объеме аккумулирующего материала производился с помощью 10-ти выносных датчиков температуры Dallas

DS18B20, которые создали так называемую температурную сетку, последняя позволит отследить динамику температурных полей в тепловом аккумуляторе, а не их абсолютные значения.

Исследованы процессы плавления и кристаллизации парафина при его нагревании и охлаждении. В экспериментальных исследованиях изучено изменения температурных распределений в теплоаккумулирующем материале и трубных пучках, динамика и профиль границ плавления и затвердевания парафина при «зарядке» и «разрядке» аккумулятора и другие его характеристики.

Выводы. В результате проведенного численного моделирования [4] и экспериментального исследования процессов плавления и затвердевания теплоаккумулирующего материала при нагревании и охлаждении его пучками труб, определены основные характеристики исследуемых процессов (распределение температурных полей, профили границ плавления и затвердевания, распределение поля скоростей в расплавленном материале и другие их характеристики). Найдена оптимальная геометрия размещения пучков труб, для которой процессы «зарядки» и «разрядки» аккумулятора будут протекать за минимальные промежутки времени.

Список использованных источников.

1. Бекман Г. Тепловое аккумулярование энергии / Г. Бекман, П. Гилли; пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 272 с.

2. Быстров В. П. Теплоаккумуляторы с использованием фазового перехода / В. П. Быстров, А. В. Ливчак / Вопросы экономии теплоэнергетических ресурсов в системах вентиляции и теплоснабжения: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во ЦНИИЭПИО, 1984. – С.75–90.

3. Горобец В.Г. Расчет и разработка конструкции теплового солевого аккумулятора. / В.Г. Горобец, Е.А. Антипов // Научный вестник НУБиП Украины. –2013. – Вып. 184, ч. 2. – С. 149-159.

Горобец В.Г. Компьютерное моделирование процессов тепломассопереноса в сезонном аккумуляторе теплоты. /В.Г. Горобец, Е.А. Антипов // Вестник ВИЭСХ. – 2014. – №1(14). – С. 15-19.

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДБОРА КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ ПРИ ПРОГНОЗЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ

Катюха И.А., инженер

e-mail: igorkat@mail.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Аннотация – применен подход к определению кусочно-непрерывной нечеткой прогнозной модели электропотребления, сочетающий как формальные, так и неформальные процедуры. Показано применение разработанного критерия к задаче прогноза электропотребления предприятием. Приведена оценка точности прогноза по относительной среднемодульной погрешности.

Постановка проблемы. Одной из составляющих экономичности функционирования промышленных предприятий, как электротехнических комплексов, является электропотребление. Снижения электропотребления предприятиями является важной народно-хозяйственной проблемой. От качества прогноза зависит планирование мероприятий по энергосбережению и по согласованию ожидаемого электропотребления с договорным [1].

Формулировка целей (постановка задания). Задача прогнозирования электропотребления связана с разрешением проблемы неопределенности исходной информации. Одним из способов разрешения неопределенности является построение прогнозных моделей с использованием нечеткого регрессионного анализа, который в отличие от обычного регрессионного анализа, основанного на теории вероятностей, основан на теории возможностей и теории нечетких множеств [2].

Основные материалы исследования. Результаты последовательных замеров АСКУЭ электропотребления предприятия, представленные в виде детерминированного

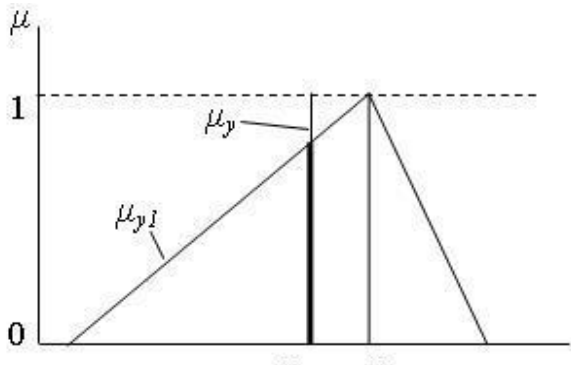


Рис. 1. Пересечение треугольного нечеткого числа и синглтона

$\mu_{y_i}(y)|_x$ (на рис.1 выделено жирным).

Таким образом, если имеется n значений параметра y при разных значениях x , то степень близости оценок и исходных данных будет отражать величина

$$\mu_{\cap} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mu_{y_i}(y_i). \quad (1)$$

Тогда степень близости расчетных значений к исходным данным примет вид:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{1\max i} - y_{1\min i}) / y_i + \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - \mu_{y_i}(y_i)) \rightarrow \min . \quad (2)$$

В результате коэффициенты регрессии определяются в виде треугольных нечетких чисел вида: $a_i = \langle a_{iCP}, a_{iL}, a_{iR} \rangle$.

Поскольку характер целевой функции (1) заранее не известен, то для осуществления процесса поиска коэффициентов регрессии можно применить алгоритм поиска глобального оптимума.

Для оценки соответствия регрессионной модели исследуемому объекту или процессу, проводим статистический анализ нечеткого уравнения регрессии, оцениваем надежность нечеткого регрессионного анализа (точность предсказываемых оценок).

При построении прогнозных регрессионных моделей точность прогноза оценивается по относительной (MAPE). Для случая нечеткой оценки данную погрешность вычисляем для модальных значений

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{ci} - y_{1ci}|}{y_{ci}}, \% \quad (3)$$

Установим связь степени совместимости (1) и среднемодульной погрешности (3).

$$\frac{y_i - y_{1ci}}{y_{1ci} - y_{1i\min}} = \frac{1 - \mu_{y_i}}{1} . \quad (4)$$

Отсюда, принимая во внимание различное положение y относительно y_{1c} , получим

$$|y_i - y_{1ci}| = \begin{cases} (1 - \mu_{y_i})y_{Li}, & \text{при } y_i < y_{1ci}, \\ (1 - \mu_{y_i})y_{Ri}, & \text{при } y_i > y_{1ci}. \end{cases} \quad (5)$$

тогда

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (1 - \mu_{y_i})y_{Ti} / y_i , \quad (6)$$

где $y_{Ti}=y_{Li}$ при $y_i < y_{ci}$ и $y_{Ti}=y_{Ri}$ при $y_i > y_{ci}$.

Таким образом, имея степень совместимости, полученную на основе нечеткой прогнозной модели, можно с помощью (6) привести ее в соответствие с общепринятой нормой оценки погрешности.

Выводы. Предложен вариант критерия оптимальности, позволяющий определять коэффициенты нечеткой регрессии. Данные для составления прогноза могут быть заданы интервально, нечетко или детерминировано в виде последовательных замеров автоматическими системами контроля и учета электроресурсов.

Математически установлена однозначная взаимосвязь предложенного критерия оптимальности с общепринятой оценкой качества прогноза на основе относительной среднемодульной погрешности.

Список использованных источников.

1. Yun-Hsi, O. Chang Fuzzy regression methods - a comparative assessment. [Text] / O. Chang Yun-Hsi, M. Ayyub Bilal // Fuzzy Sets and Systems. – 2001. – Vol. 119, Issue 2. – P. 187–203. doi: 10.1016/S0165-0114(99)00091-3

2. Манусов, В. 3. Методы оценивания потерь электроэнергии в условиях неопределенности. [Текст] / В. 3. Манусов, А. В. Могиленко // Электричество. – 2003. – № 3. – С. 2–8.

УДК 631.371

АКТУАЛЬНІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Федюшко Ю.М., д.т.н., професор

Таврійський державний агротехнологічний університет

Технічний прогрес, в багатьох його проявах, пов'язаний з використанням електромагнітних полів або їх генерацією як побічного продукту. Сумарна потужність джерел електромагнітних полів постійно зростає, а параметри електромагнітного випромінювання стають різноманітнішими, в цілому екосистема піддається дії електромагнітних сигналів із зростаючою інтенсивністю і незвичними характеристиками, які не зустрічалися раніше. Неминучість піддатися дії електромагнітного випромінювання, з можливо несприятливими наслідками, примушує нас оцінити небезпеку різних типів цього фізичного чинника. У ряді робіт описаний зв'язок між часом дії електромагнітних хвиль і виникненню різних захворювань. Також підкреслюється, можливість утворення вільних радикалів під впливом електромагнітних полівприводить до порушень генома, аж до розриву ДНК ланцюгів.

Електромагнітні хвилі, як енергетичний чинник, викликають в клітці один з чотирьох наступних ефектів: зміна зростання і процесу проліферації; порушення, в диференціації клітин; програмувана смерть; адаптивні відгуки диференційованих клітинах.

У людській шкірі вміст води складає близько 60 %. У зв'язку з цим міліметрові хвилі практично повністю поглинаються в шарі шкіри товщиною 0,7...1мм і не досягають внутрішніх органів людини. Людський організм складається приблизно з 10^{15} клітин, які генерують електромагнітні поля в міліметровому діапазоні. Людина в здоровому і хворому стані має різні амплітудно-частотні відгуки. Це означає, що будь-яка патологія є, перш за все, патологією клітини. Зовнішнє електромагнітне випромінювання міліметрового діапазону, наприклад, генерується за допомогою ІМРАТТ діодів, яке стимулює власне випромінювання організму в цьому діапазоні у хворої людини. Спектральна щільність шумового випромінювання розрізняється для різних ІМРАТТ діодів, хоча всі з них мають приблизно однаковий рівень, порядку 10^{-19} Вт/Гц. У кожної людини власне електромагнітне випромінювання генерується на своїх частотах, на яких шумове випромінювання може впливати на людський організм.

Всі ці дані говорять про необхідність розробки нових санітарних норм, що містять величини безпечних рівнів техногенного електромагнітного випромінювання. Особлива увага повинна бути приділена таким джерелам випромінювання, як телевізійні приймачі, радіостанції, мобільні телефони, лінії електропередачі, системи радіокомунікації, телебачення, засоби радіонавігації, радіолокації, електротранспорт, побутова і офісна техніка. Одній з головних: причин відсутності подібних санітарних норм є недостатність досліджень біологічних ефектів електромагнітного випромінювання, особливо їх залежності від параметрів випромінювання і умов дії. Щоб визначити свідомо безпечні рівні електромагнітного випромінювання, необхідно ретельно досліджувати біологічні ефекти при малих величинах інтенсивності впливаючих хвиль. Проте само існування біологічних ефектів низькоінтенсивного електромагнітного поля є в даний час предметом обговорення.

Відсутність вирішення вищезгаданих завдань стримує вирішення питань по реалізації необхідних рефлектометричних систем для дистанційного вимірювання діелектричної проникності біооб'єктів.

УДК 005.519.6:631: 536.7: 621.036

ФОТОНИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ

Башилов А.М., д.т.н., профессор

e-mail: bashilov@inbox.ru

Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства

Актуальность проекта. С 16 по 19 марта 2015 г. в Москве прошла юбилейная 10-я Международная специализированная выставка лазерной, оптической и оптоэлектронной техники «Фотоника. Мир лазеров и оптики — 2015». Фотоника в последние годы стала одним из важных направлений развития инновационной экономики в развитых странах. Фотонику называют зеркалом глобального продвижения световых технологий. Она представляет новейшие разработки, теснейшим образом связанные со световыми технологиями – медициной, сельским хозяйством, оборонной промышленностью, металлургией, телекоммуникационным оборудованием и многими другими продуктами лазерных и оптических технологий, окружающих нас в повседневной жизни. По значению для технического прогресса, для модернизации экономики реализация возможностей современной фотоники аналогична электрификации в начале прошлого века.

На выставке применительно к отрасли сельского хозяйства прошла научно-практическая конференция «Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании». В деловую программу были включены следующие тематические доклады:

1. Экономическая эффективность и экологическая безопасность лазерных агротехнологий.
2. Лазерные методы и приборы для функциональной диагностики растений.
3. Энергетическая эффективность обработки семян низкоинтенсивным инфракрасным лазерным излучением при выращивании сахарной свеклы.
4. Основные направления применения лазеров в биотехнологии растений.
5. Оптические технологии, компьютерное зрение, средства технического зрения в аграрном производстве.
6. Машинное зрение на мобильных средствах и агроагрегатах.

Цели и задачи технологической платформы «Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании». В настоящее время разработана и утверждена правительством РФ "дорожная карта фотоники", которая стала основой для выработки государственной политики в сфере лазерно-оптических и оптоэлектронных технологий по отраслям. Разработана также стратегическая программа технологической платформы "Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии - фотоника" на 2015- 2025 г. (www.cislaser.com).

Обобщая материалы «дорожной карты», стратегической программы и научно-практической конференции можно провести некоторые размышления, сделать определённые выводы.

Целями «дорожной карты» и, соответственно, стратегической программы являются:

- разработка и освоение технологий и оборудования фотоники для основных областей её использования,
- создание в стране системы подготовки кадров для обеспечения работ по фотонике и её применениям,

- развитие инфраструктуры фотоники как отрасли и создания условий для широкого практического освоения лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий.

Основные направления научно-исследовательских работ. Инициативной группой учёных технологической платформы «Фотоника» определены следующие приоритетные направления:

1. Лазерные технологии в растениеводстве (обработки зерновых культур, производства сахарной свеклы, выращивания лесных культур в питомниках, функциональной диагностики растений).
2. Лазерные технологии в животноводстве (терапевтический комплекс для коров, лазерно-терапевтический аппарат для лошадей, лазерный терапевтический комплекс для домашних животных, аппарат квантовой терапии).
3. Лазерные технологии в производстве и ремонте сельхозтехники (лазерное упрочнение почвообрабатывающих орудий, лазерное восстановления деталей сельскохозяйственного машиностроения).
4. **Оптические технологии сортирования агропродукции** (оптоволоконный лазерный сепаратор зерна, фотосепаратор семян, фотосепаратор агропродуктов по цвету).
5. Оптические технологии для мониторинга сельскохозяйственных территорий (самолёт-лаборатория, бортовой лидар, мобильный лидар, флуоресцентный лидар).
6. **Фотометрическое оборудование** для регистрации качества агропродукции (рефрактометр цифровой для плодовых соков и вина, фотометрический анализатор агросубстратов и агрорастворов, квантометры общего количество света для фотосинтеза, спектрорефрактометр портативный для оценки качества дизельного топлива, спектрофлуориметры, биохемиллюминометры, спектрофотометры).

Выводы.

1. «Дорожная карта» и стратегическая программа технологической платформы «Фотоника» являются содержательными документами, определяющими основные направления инновационного развития аграрного производства. Их изучение и анализ дают опережающее представление о перспективах совершенствования и применения технологий точного земледелия, растениеводства и животноводства (www.cislaser.com).
2. Организациям заинтересованным в сотрудничестве с технологической платформой «Фотоника» очень важно установить постоянный творческий контакт с инициативной рабочей группой «Фотоника в сельском хозяйстве и природопользовании» и присылать свои предложения, уточнения, достигнутые результаты и технико-технологические решения по применению лазерных, оптических и оптоэлектронных технологий, приборов и оборудования в сельском хозяйстве (bashilov@inbox.ru или tp@cislaser.com).

Список используемых источников.

1. Башилов А.М. От электрификации к инновационным лазерным, оптическим и оптоэлектронным технологиям в аграрном производстве // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. №1. С.2-6.
3. Башилов А.М. Инновационные лазерные, оптические и оптоэлектронные технологии в аграрном производстве // Техника и оборудование для села. 2015. №2(212). С. 15-19.

УДК: 636.085.53

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЛАГОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРМОВ

Ксенз Н.В., д.т.н., профессор

Толстоухова Т.Н., к.т.н., доцент

e-mail: Lng48@mail.ru

Азово-Черноморский инженерный институт

Аннотация - приведен тепловой баланс технологической линии влаготермической обработки корма и анализ тепловых потерь. Представлено теоретическое обоснование увеличения количества выделяемого тепла в зоне горения топлива за счет интенсификации процесса горения, повышения температуры пара и теплоносителя, сокращения продолжительности влаготермической обработки корма в технологической машине, а также снижения тепловых потерь и топлива.

Влаготермическая обработка кормов осуществляется системой машин (технологической линией), в состав которой входят теплогенерирующая (ТГУ) и теплопотребляющая (ТПУ) установки, а также теплопроводящие сети и устройства (ТС).

Такая система будет работать эффективно в том случае, если она будет обрабатывать максимальное количество корма с требуемым качеством при минимальных эксплуатационных затратах.

Для установления путей решения данного вопроса мы рассматривали теоретический график влаготермической обработки корма в технологической машине периодического действия в составе технологической линии (рис. 1).

Из графика видно, что общее время (τ) работы технологической линии можно описать выражением:

$$\tau = \tau_{ТГУ} + \tau_{нк} + \tau_{тк} + \tau_{в}, \quad (1)$$

где $\tau_{ТГУ}$ – время выхода ТГУ на рабочий режим (120 °С); $\tau_{нк}$ – время нагрева корма в технологической машине; $\tau_{тк}$ – время томления корма; $\tau_{в}$ – время выгрузки корма из технологической машины.

На основе анализа выражения (1) можно заключить, что время выгрузки корма определяется производительностью выгрузного устройства технологической машины и является величиной постоянной для конкретного вида корма.

Время томления корма задается зоотехническими требованиями и также является величиной постоянной.

Время выхода ТГУ на рабочий режим и время нагрева корма в технологической машине до требуемой температуры являются величинами переменными и могут изменяться в зависимости от интенсивности тепловых процессов, протекающих как в ТГУ, так и в технологической машине. Из этого следует, что общее время работы технологической линии можно сократить за счет ускорения выхода ТГУ на рабочий режим (кривая OO'') и ускорения нагрева корма в технологической машине (кривая $A'B'$) рис.1.

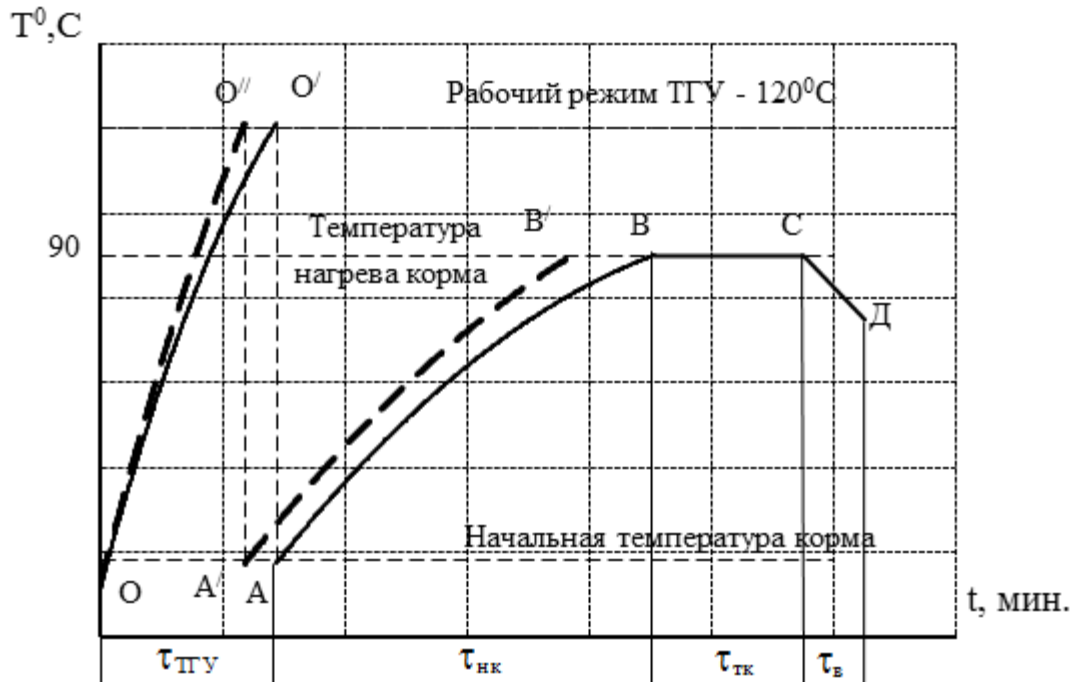


Рис. 1. Теоретический график рабочего процесса влаготермической обработки корма:

OO' – кривая нагрева ТГУ до рабочей температуры (120°C); AB – кривая нагрева корма в ТПУ до заданной температуры; BC – кривая томления корма; CD – кривая потерь теплоты при выгрузке корма; в точке O' производится подача пара в ТПУ; в точке B подача пара прекращается.

Продолжительность влаготермической обработки корма – основной технологический фактор, от которого зависит не только качество продукта, но и энергозатраты, а, следовательно, и стоимость самой влаготермической обработки.

Таким образом, как видно из проведенного рассуждения, эффективность влаготермической обработки корма можно повысить за счет снижения продолжительности его тепловой обработки, повышения производительности технологической линии и за счет снижения расхода топлива.

На основании анализа литературных источников нами установлено, что наибольшие потери теплоты (39%) (табл. 1) допускают теплогенерирующие установки, к которым относятся котлы-парообразователи, широко используемые в животноводстве для получения горячей воды и пара, температурой выше 120°C и избыточным давлением до 0,07 МПа. Значительно меньше потери (31%) в теплотребляющих установках (запарниках-смесителях периодического действия, непрерывного действия, варочных котлах высокого давления) и совсем незначительные (2,25%) имеют теплопроводящие сети и устройства.

Анализ тепловых потерь, допускаемых технологической линией, показывает, что наиболее значительными являются потери теплоты в окружающую среду через стенки тепловых аппаратов и устройств (21,5 %), потери с отходящими дымовыми газами (17 %) и потери от неполного сгорания топлива (12 %) (табл. 1).

Потери теплової енергії в оточуючу середу регламентуються на стадії проєктування і реалізуються путем застосування сучасних високоефективних термоізоляційних матеріалів, і, як правило не перевищують 4-8 %.

Таблиця 1 – Теплові втрати, допустимі досліджуваною системою ТГУ-ТС-ТПУ в експлуатаційних умовах при вологотермічеської обробці кормів

№ н/п	Види теплових втрат	Значення теплових втрат, %			Усередненні значення теплових втрат, %
		ТГУ	ТПУ	ТС	
1	Нагрів стенок теплових апаратів	3...5	3...6	0,5...1	9,25
2	В оточуючу середу через стінки теплових апаратів	2...10	8...20	1...2	21,5
3	Втрати з відходящими газами	8...26	-	-	17,0
4	Втрати від неповного згорання палива	3...21	-	-	12,0
5	На продувку теплових апаратів	-	4...10	-	7,0
6	На страховочний перегрів оброблюваного корма	-	3...8	-	5,5
Усередненні сумарні значення теплових втрат		39,0	31,0	2,25	72,25

Втрати тепла з відходящими газами обумовлені вторим законом термодинаміки і становлять 10-26 % для ТГУ малої і середньої потужності. Ці втрати можна знизити на 3-8 % путем правильної організації топочного процесу /1/.

Що ж стосується втрат теплоти від неповного згорання палива, то вони в виробничих умовах змінюються в досить широких межах від 3 до 21 %, а в окремих випадках, як відзначають деякі автори /2,3,4/, вони досягають 55-60 %, що суттєво знижує експлуатаційний КПД (0,22-0,56) теплогенеруючих установок, а, відповідно, і КПД теплового процесу, що напряму пов'язано з підвищенням витрат палива, а, відповідно, і з збільшенням енергоємності самого процесу вологотермічеської обробки корма.

Пошук способів зниження втрат теплоти від неповного згорання палива є однією з задач нашого дослідження.

Можливо вважати, що використання високовольтного розряду, викликаючого іонізацію, диссоціацію і збудження молекул повітряної середої дозволить підвищити константу швидкості реакції горіння палива, а, відповідно, і швидкість самої реакції за рахунок зниження енергії активації молекул. Крім того, використання високовольтного розряду призводить до утворення озона в оброблюваній повітряній середі, який є сильним окислювачем, що також буде сприяти збільшенню швидкості реакції горіння палива, а, відповідно, і зменшенню тепловтрат від хімічного недожогу.

Разом з тим, поряд з вищевказаними факторами (концентрація реагуючих речовин, температура реакції, енергія активації), впливними на швидкість горіння палива, певний вплив будуть мати і фактори, що характеризують стан повітря, подаваного на горіння (озоновоздушної суміші), і палива. Згідно рис. 2 такими факторами є: концентрація озона в озоновоздушній суміші, температура і вологість повітря, подаваного на горіння, температура і в'язкість топли-

ва и коэффициент избытка воздуха, т.е. скорость горения топлива в топочных устройствах котлов-парообразователей является многофакторной зависимостью.

Для наших исследований из всех вышеуказанных факторов были отобраны те, которые независимы и значимы. Такими факторами являются концентрация озона в озонородной смеси (O_3), температура топлива (T_m) и коэффициент избытка воздуха (α).

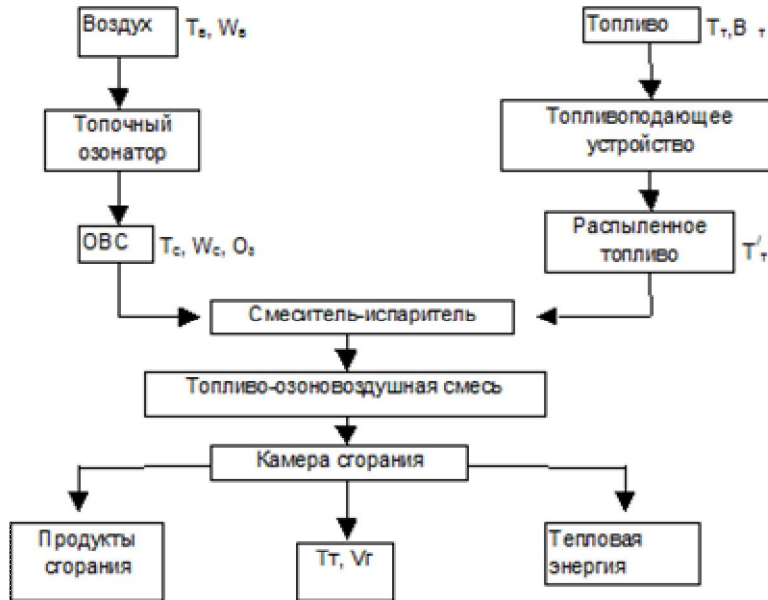


Рис. 2. Схема сжигания жидкого топлива в озонородной смеси.

Таким образом, как показывают проведенные теоретические исследования, можно утверждать, что за счет интенсификации процессов горения топлива в ТГУ можно снизить расход топлива и сократить продолжительность тепловой обработки корма, что приведет к повышению производительности технологической линии, а, следовательно, и к повышению эффективности влаготермической обработки корма.

Если производительность технологической линии за один цикл тепловой обработки корма представить выражением:

$$P_{ТЛ} = \frac{V \cdot k \cdot \gamma_k}{\tau} \cdot n, \quad (2)$$

где V – теоретический объем запарочного чана теплопотребляющей установки, m^3 ; k – коэффициент использования объема запарочного чана; γ_k – удельная масса обрабатываемого корма, kg/m^3 ; n – количество одновременно работающих однотипных теплопотребляющих установок; τ – время одного цикла работы технологической линии, ч, а время одного цикла работы технологической линии выражением:

$$\tau = \tau_{mгy} + \tau_{ц} = \tau_{mгy} + \tau_{з} + \tau_{т} + \tau_{в}, \quad (3)$$

где $\tau_{mгy}$ – время выхода теплогенерирующей установки на рабочий режим, ч; $\tau_{ц}$ – время продолжительность цикла тепловой обработки корма в теплопотребляющей установке периодического действия, ч; $\tau_{з}$ – время загрузки корма, ч; $\tau_{в}$ – время выгрузки корма, ч; $\tau_{т}$ – продолжительность тепловой обработки корма, ч, то, подставляя (3) в (2), получим:

$$P_{ТЛ} = \frac{V \cdot k \cdot \gamma_k \cdot n}{\tau_{mзy} + \tau_3 + \tau_t + \tau_в} \quad (4)$$

Из (4) видно, что производительность исследуемой системы ТГУ-ТС-ТПУ зависит от времени выхода теплогенерирующей установки на рабочий режим и от продолжительности цикла тепловой обработки корма, включающим время загрузки и выгрузки корма, а также его тепловую обработку.

Время загрузки и выгрузки корма определяется техническими характеристиками технологической машины и является постоянной величиной для конкретного вида корма. Следовательно, основным фактором, влияющим на производительность исследуемой системы, будет снижение затрат времени на выход теплогенерирующей установки на рабочий режим и тепловую обработку корма.

Для подтверждения высказанного предположения рассмотрим теоретический график рабочего процесса влаготермической обработки корма в запарнике-смесителе периодического действия (рис. 1).

Из графика видно, что

$$\tau = \tau_{mзy} + \tau_{нк} + \tau_{mk} + \tau_в, \quad (5)$$

где $\tau_{нк}$ – время нагрева обрабатываемого корма до заданной температуры, ч; τ_{mk} – время томления корма, ч.

Продолжительность тепловой обработки корма в технологической машине ($\tau_{тм}$) складывается из времени нагрева корма ($\tau_{нк}$) до заданной температуры и времени томления (τ_{mk}), т.е.

$$\tau_{тм} = \tau_{нк} + \tau_{mk} \quad (6)$$

Конечная температура нагрева и время томления корма задаются зоотехническими требованиями и являются величинами постоянными. Отсутствие в выражении (5) времени загрузки корма в технологическую машину (τ_3) объясняется тем, что загрузка корма производится параллельно работе ТГУ.

Таким образом, интенсификация горения топлива в ТГУ должна привести к увеличению количества выделяемого тепла в зоне горения топлива, а, следовательно, и к повышению энтальпии пламени и пара, температуры теплоносителя (кривая OO'') и, как следствие, к сокращению времени выхода теплогенерирующей установки на рабочий режим и времени нагрева корма, что в конечном итоге приведет к сокращению продолжительности влаготермической обработки корма, а, следовательно, и к повышению производительности технологической линии и снижению всех потерь, а значит, и топлива.

Литература

1. Делягин, Г.Н. Теплогенерирующие установки / Г.Н. Делягин, В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков. – Москва: Стройиздат, 1986. – 559 с.
2. Горбачев, В.С. Способы сбережения энергии в тепловых процессах животноводства / В.С. Горбачев // Сб. науч. трудов ВИЭСХ. – Москва, 1985. – Том 64. – с. 87-92.
3. Гольдман, В.П. Эффективная эксплуатация котельных установок – путь к сокращению затрат / В.П. Гольдман, Ф.А. Кривицкая // Сб. науч. трудов ВИЭСХ. – М., 1985. – Том 64. – с. 93-98.
4. Кулагин, П.В. Сжигание жидких и твердых топлив / П.В. Кулагин, С.С. Охотников. – Москва: недра, 1967. – 280 с.

УДК 621.311.001.57: 621.365.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

Залужный М.Ю., инженер,
Зиновкин В.В., д.т.н., профессор,
Запорожский национальный технический университет

e-mail: zaluzhnyi_m@ukr.net
e-mail: zvv@zntu.edu.ua

Предложена компьютерная модель сталеплавильного комплекса. Показано, что потери электрической энергии возрастают с увеличением одинаковой несинусоидальности тока в обеих сталеплавильных печах.

Постановка проблемы. Ввиду особенностей электротехнологических режимов сталеплавильного комплекса дуговая печь (ДСП) является источником резкопеременных нагрузок. При этом имеют место не стационарные электромагнитные процессы в электротехническом и электротехнологическом оборудовании [1-3].

Анализ последних исследований. Вопросам исследования влияния дуговых сталеплавильных печей на качество электроэнергии, электромагнитной совместимости, компенсации реактивной мощности и высших гармоник посвящено большое количество научных работ [1-3]. Однако существующие методы позволяют учитывать влияние отдельных факторов или явлений в полной мере. Они основаны либо на усредненных или завышенных данных, либо на полуэмпирических коэффициентах.

Целью данной статьи является разработка математической и компьютерной модели формирователей несинусоидальности параметров ДСП и исследование влияния на потери электрической энергии на стороне 35кВ электротехнологического комплекса при совместной работе двух дуговых сталеплавильных печей, с различными схемами соединения обмоток сетевого и электропечных трансформаторов.

Основные материалы исследований. Структурная схема разработанной компьютерной модели содержит источник питания, электропечные трансформаторы, короткую сеть и дуговой промежуток, который представляет собой нелинейную нагрузку и является формирователем несинусоидальности и несимметрии токов. В зависимости от поставленной задачи электропечной трансформатор и дуговой промежуток могут быть представлены как в виде простейшего нелинейного элемента (без учета процессов в ней, только по вольтамперным характеристикам), так и в виде сложной системы, позволяющей более полно учитывать взаимосвязи между протекающими электромагнитными процессами [4-5].

Поскольку дуговая сталеплавильная печь представляет собой нелинейный элемент, который является источником высших гармоник, то определяющей задачей является описание его математической моделью. Она должна как можно реальнее отображать процессы, протекающие в дуговом промежутке. Для решения этой задачи воспользуемся уравнением Касси, которое описывает нелинейные взаимосвязи между напряжением, током и проводимостью дуговой сталеплавильной печи [4-5]. Для решения данной задачи уравнение удобно использовать в канонической форме

$$\frac{dg}{dt} = \frac{1}{\theta} \left(\frac{i^2}{U_d^2 g} - g \right), \quad (1)$$

где U_d – действующее значение напряжения; i – мгновенное значение тока; θ – постоянная времени дуги; g – проводимость дуги.

В диапазоне температур 4000–16000К зависимость постоянной времени дуги θ можно разделить на два участка и описать следующими полиномиальными зависимостями:

$$\theta = \begin{cases} -3.2185 \cdot 10^{-14} T^3 + 6.9664 \cdot 10^{-10} T^2 - 5.016 \cdot 10^{-6} T + 1.2022 \cdot 10^{-2} \text{ при } 4000 < T \leq 8000\text{К} \\ 2.6589 \cdot 10^{-22} T^4 - 1.5258 \cdot 10^{-17} T^3 + 3.27 \cdot 10^{-13} T^2 - 3.1 \cdot 10^{-9} T + 1.1 \cdot 10^{-5} \text{ при } 8000 < T \leq 16000\text{К} \end{cases} \quad (2)$$

Моделирование потерь электрической мощности от несинусоидальности тока выполнялись при совместной работе двух сталеплавильных печей емкостью 50 тонн и различных соединениях обмоток сетевого и электропечных трансформаторов. Моделировались следующие режимы, в которых во второй печи устанавливалась несинусоидальность тока равная $k_{fII2}=0; 9.82; 18.82; 27.93; 52.51; 78\%$, а в первой печи изменялась в диапазоне 0-78%.

Полученные результаты при компьютерном моделировании представляем в относительных единицах в соответствии со следующей зависимостью:

$$\Delta S(k_{fIIj}) = \frac{S_{\Sigma}(k_{fIIj})}{S_{\sim}} \bigg|_{\substack{U_H = const \\ I_{dIIj} = const \\ k_n = 0}} \quad (3)$$

где k_{fi} - коэффициент несинусоидальности тока; k_n - коэффициент несимметрии; I_d - действующее значение тока в короткой сети дуговой сталеплавильной печи; U_H - номинальное напряжение сетевого трансформатора; индексы « Σ » и « \sim » обозначают, что потери получены при несинусоидальном и синусоидальном токах, соответственно; « IIj » - обозначают принадлежность соответствующих параметров к j -ому номеру электросталеплавильной печи.

В качестве примера на рисунке 1 показаны результаты компьютерного моделирования приращения потерь в зависимости от коэффициента несинусоидальности тока в первой печи для наиболее распространенной схемы соединения обмоток электропечного трансформатора. На рисунке приняты следующие обозначения: кривые 1-6 получены при $k_{fII2}=0; 9.82; 18.82; 27.93; 52.51; 78\%$, соответственно; точки «А», «В» и «С» - характерные экстремумы. Из полученных результатов следует, что характер изменения приращения потерь не зависит от схем соединения обмоток сетевого и электропечных трансформаторов при совместной работе двух сталеплавильных печей. На всех полученных зависимостях присутствуют характерные экстремумы (см. рисунок 2 точки А,В,С). Максимальная разница между приращением потерь, при различных схемах соединения обмоток трансформатора, не превышает 9% для несинусоидальности до 60%. Из рисунка 2 видно, что потери электрической энергии в электротехнологическом комплексе в зависимости от несинусоидальности тока изменяются по сложному нелинейному закону. При этом при совместной работе двух печей наблюдаются максимумы (точка В). Эти максимумы поясняются тем, что в соответствующих режимах гармоники тока в обеих сталеплавильных печах совпадают. До (точка А) и после (точка С) максимумов имеет место уменьшение потерь. Это позволяет аппроксимировать следующей полиномиальной зависимостью:

$$\Delta S(k_{fIII}) = \sum_{j=1}^n a_j \cdot k_{fIII}^j + a_0 \bigg|_{k_{fII2} = const} \quad (4)$$

где a_j – коэффициент полинома.

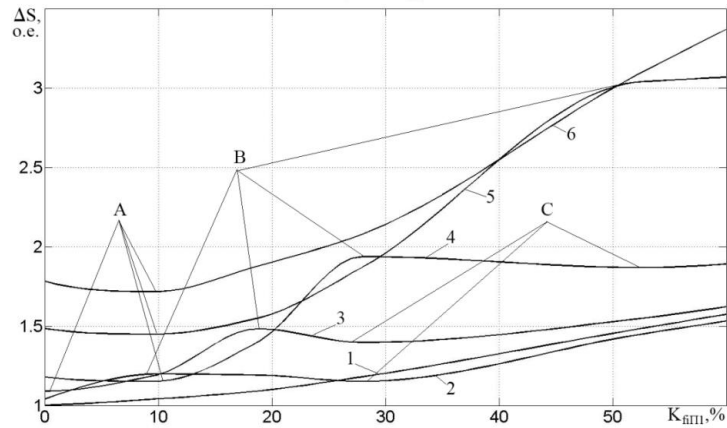


Рис. 1. Приращення повних потерь в сталеплавильному комплексі в залежності від коефіцієнта несинусоїдальності тока при спільній роботі двох сталеплавильних печей і схемі з'єднання обмоток електропечних трансформаторів в Y/Δ.

Выводы. Разработанная компьютерная модель позволяет исследовать влияние несинусоидальности тока на потери электрической энергии на стороне 35кВ сталеплавильного комплекса при совместной работе группы сталеплавильных печей и различных соединениях обмоток сетевого и электропечного трансформаторов.

Различные схемы соединения обмоток сетевого и электропечного трансформаторов не влияют на характер изменения зависимости приращения потерь от коэффициента несинусоидальности тока. При этом наибольшее расхождение не превышает 9% при схемах соединения обмоток электропечных трансформаторов в первом случае Δ/Δ, а во втором Y/Δ.

Анализ полученных результатов показал, что при инженерных расчетах директивных режимов группы дуговых сталеплавильных печей целесообразно скорректировать с учетом влияния несинусоидальности тока.

Список использованной литературы

1. Шидловский А.К. Повышение качества энергии в электрических цепях / А.К. Шидловский, В.Г. Кузнецов, – К.: Наук. Думка, 1985. – 268 с.
2. Жежеленко И.В. Качество электроэнергии на промышленных предприятиях / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко. – М.: Энергоатомиздат, 2005. – 261 с.
3. Зиновкин В.В. Многопараметрический анализ совокупности параметров резкопеременных нагрузок и электромагнитных процессов в электротехнологическом оборудовании системы электроснабжения электросталеплавильных комплексов / В.В. Зиновкин // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2005. – №5/2(17). – С. 72-76.
4. Залужный М.Ю. Моделирование нестационарных электромагнитных процессов в системе электроснабжения энергоемких электротехнологических комплексов / М.Ю. Залужный // Электротехника и электроэнергетика. – 2009. – №2. – С. 70-73.
5. Зиновкин В.В. Моделирование потерь электрической энергии в системах с резкопеременными нагрузками при различных схемах соединения обмоток трансформаторного оборудования / В.В. Зиновкин, М.Ю. Залужный // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – 2010. – №28. – С. 487-488.

УДК: 636.085.53

ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ПРИ ВЛАГОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ КОРМА

Ксенз Н.В., д.т.н., профессор

Толстоухова Т.Н., к.т.н., доцент

Вороной Н.С., к.т.н., доцент

Леонтьев Н.Г., к.ф.-м.н., доцент

e-mail: Lng48@mail.ru

Финенко В.Ю., инженер

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»

Аннотация - приведены теоретические и экспериментальные зависимости процесса влаготермической обработки корма для сельскохозяйственных животных в запарнике-смесителе, показывающие сокращение продолжительности обработки корма, снижение удельного расхода топлива и повышение производительности технологической линии при использовании озонированного воздуха.

Многие технологии приготовления кормов предусматривают их тепловую обработку. Однако, как показывает практика, одним наиболее существенным недостатком таких технологий являются большие затраты топлива и электроэнергии на их осуществление, что существенно снижает их эффективность.

Несмотря на проводимые в последнее время в Российской Федерации исследования, направленные на снижение энергозатрат в технологических сельскохозяйственных процессах, энергоемкость отечественной сельскохозяйственной продукции все еще остается достаточно высокой – в растениеводстве она в два раза, а в животноводстве – в 3-4 раза выше, чем в передовых зарубежных странах /1,2/.

В этой связи совершенствование процесса тепловой обработки кормов в аппаратах периодического действия за счет использования озонированного воздуха, обеспечивающего снижение удельного расхода топлива, является актуальным.

Цель данной работы – показать влияние озонированного воздуха, используемого в качестве реагента, на интенсификацию процесса горения топлива и нагрева корма в технологической машине, а также на снижение удельного расхода топлива в производственных условиях.

Графические зависимости результатов исследований (рис.1) показывают, что применение озонированного воздуха в качестве реагента с концентрацией озона 52 мг/м^3 при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,15$ и температуре топлива $T_T = 20^\circ\text{C}$ увеличивает температуру смеси «пар-вода» в котле-парообразователе (КВ-300Л) на $8,1^\circ\text{C}$ (кривые 1 и 2) и сокращают время выхода его на рабочий режим с 28,8 до 23,6 мин, или на 5,2 мин.

Если при отсутствии озона для достижения температуры смеси «пар-вода» 120°C необходимо 28,8 мин (кривая OO') при расходе топлива 13,018 кг, то при подаче озона за это же самое время температура смеси достигала $128,1^\circ\text{C}$ (кривая OO''), а расход топлива (13,206 кг) увеличился на 0,188 кг, или на 1,4 %.

С учетом ошибки опыта расход топлива в обоих случаях практически одинаков, а это значит, что увеличение температуры смеси «пар – вода» и сокращение времени вы-

хода котла на робочий режим практично не потребувало додаткового расхода палива і стало можливим завдяки інтенсифікації процесу горіння палива, досягнутої за рахунок озонування повітря, подаваного на горіння, забезпечивши найбільш повне його згорання.

Скорочення часу виходу котла на робочий режим (120°C) з 28,8 до 23,6 мин при подачі озона на горіння, супроводжується зниженням расхода палива з 13,018 до 10,688 кг на 17,9 %, пропорційно отриманому часу. Годинний расход палива в експерименті постійний і становив в середньому 27,1 кг/ч.

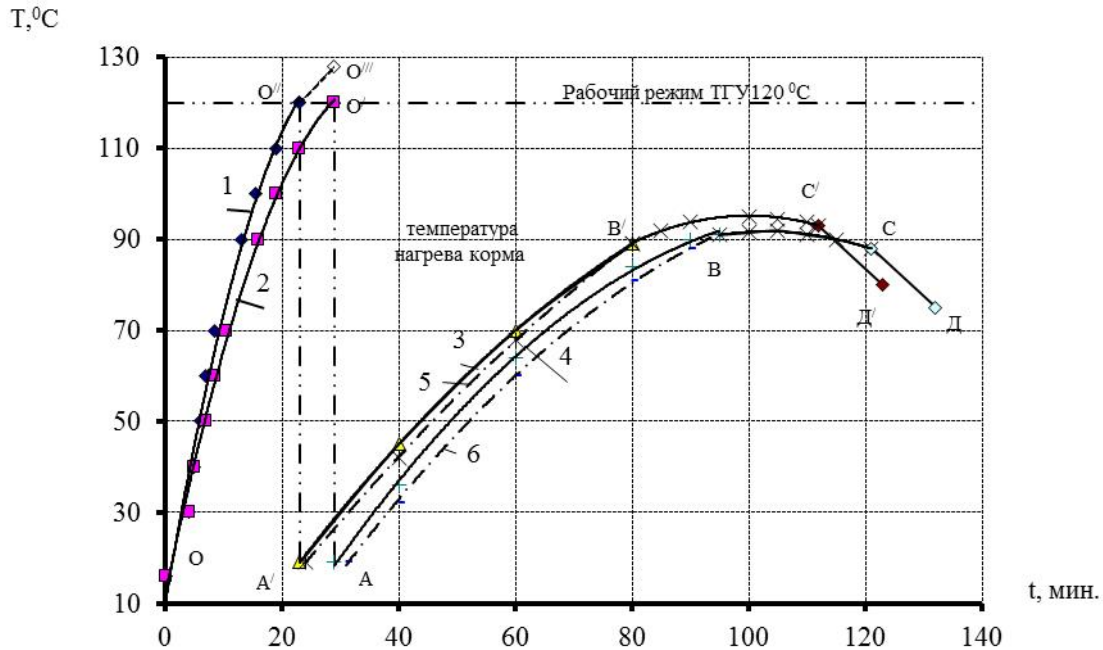


Рис. 1. Графік робочого процесу вологотермічної обробки корму в запарнико-смісели С-7-ІІ з використанням озонуючого ефекту: експериментальні криві: 1,3 – з подачі озона; 2,4 – без озона; теоретичні криві: 5 – з озона; 6 – без озона.

Продовжителіть вологотермічної обробки корму в технологічній машині залежить в першу чергу, від температури і тиску пари. Из рис.1 видно, що при обробці кормової суміші в кількості 3972 кг, складової из концентрованого корму і води, паром з температурою 120°C (крива 2, точка O') при відсутності озона в повітрі, подаваному на горіння, продовжителіть нагрівання корму до температури 90°C становила 61,8 мин (крива 4, ділянка AB).

При подачі повітря з концентрацією озона 52 мг/м^3 температура суміші «пар – вода» в котлі збільшилась на $8,1^{\circ}\text{C}$, що привело до підвищенню температури оброблюваного корму в запарнико-смісели на $4,5...5^{\circ}\text{C}$ (крива 3, ділянка $A'B'$), а, відповідно, і до прискоренню процесу нагрівання корму. Продовжителіть нагрівання корму в останньому випадку становила 57,9 мин, що на 3,9 мин (6,3 %) менше, ніж в першому випадку, коли озонирований повітря не використовувався. Слід зауважити, що і томління корму також протікає при більшій температурі, яка становила в середньому $92,5...93^{\circ}\text{C}$ (крива 3, ділянка $B'C'$), що на $2,5^{\circ}\text{C}$ вище, ніж на ділянці BC кривою 4.

Опытні криві нагрівання корму 3 і 4 збігаються з теоретичними кривими 5 і 6. Степень їх збігності становить 91...95 %.

Аналіз технологічних операцій вологотермічної обробки корму з урахуванням роботи ТГУ показує, що чистий час роботи технологічної лінії по обробці

корма без применения озонированного воздуха 130,6 мин., а при использовании озонированного воздуха - 121,5 мин (на 9,1 мин. меньше).

Общее время работы котла КВ-300Л без применения озонированного воздуха составило 90,6 мин., а с применением озонированного воздуха 81,5 мин. или на 10,1 % меньше, а расход топлива соответственно составил 40,951 кг и 36,838 кг или на 10,04 % меньше.

Эксперимент показал (табл.1), что производительность технологической линии при обработке кормовой смеси при использовании озонированного воздуха составила 1969 кг/ч и без его использования 1822 кг/ч, что на 7,7 % больше.

Таблица 1 – Результаты производственного эксперимента по исследованию влияния озонированного воздуха на снижение расхода топлива и повышение производительности технологической линии

№ п/п	Наименование основных показателей	Исследуемые варианты		Изменения показателей	
		Без озона	С озоном	Натуральные един.	%
1	Количество обрабатываемой кормовой смеси в опыте, кг	3972	3972		
2	Чистое время работы технологической линии за опыт, мин.	130,6	121,5	9,1	7,0
3	Продолжительность работы ТГУ, мин.	90,6	81,5	9,1	10,1
4	Продолжительность нагрева кормовой смеси в запарнике-смесителе до 90 °С, мин.	61,8	57,9	3,9	6,3
5	Время выхода ТГУ на рабочий режим, мин.	28,8	23,6	5,2	18,1
6	Продолжительность тепловой обработки корма, мин.	91,8	87,9	3,9	4,3
7	Расход топлива за опыт, кг	40,982	36,838	4,113	10,04
8	Удельный расход топлива, кг/т	10,310	9,274	1,036	10,04
9	Производительность технологической линии за час чистой работы, кг/ч	1822	1962	140	7,7

Итак - добавление озона в воздух приводит к интенсификации процесса влаготермической обработки корма. Физической причиной повышения производительности и снижения расхода топлива при влаготермической обработке корма является, как показано нами в /3/, увеличение концентрационного диффузионного потока вследствие роста теплового и химического потоков в результате дополнительного энерговыделения при разложении озона.

Литературы

1. Касумов, Н.Э. Анализ структуры затрат энергии на производство сельскохозяйственной продукции / Н.Э. Касумов, И.И. Светницкий // Техника и оборудование для села. – 2013. – №10. – с. 21-23.
2. Энергетическая стратегия сельского хозяйства России на период до 2020 г. / Ю.Ф. Лачуга и др. – Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2009.
3. Ксёنز Н.В. Озоновооздушная смесь как эффективный инструмент для сушки зерна / Н.В. Ксёنز, Н.Г. Леонтьев, А.В. Белоусов, И.Г. Сидорцов // Международный сельскохозяйственный журнал – 2014. – №4. – с.49-50.

УДК 621.3: 631.171

К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЕ ОГРАНИЧЕННОМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЭКРАНОМ

Вендин С.В., д.т.н., профессор

Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия

Бабенко А.А., к.т.н., доцент

Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»

При обработке различных сред (почва, семена и др.) электромагнитными полями сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) используются различные технологические и технические приемы и способы [1-4]. При этом решаются следующие задачи: равномерность обработки материала и согласование источника СВЧ энергии с нагрузкой. При обработке слоя материала под излучателем важно обеспечить минимум коэффициента отражения электромагнитной волны. Для полубесконечных сред задачу можно решить подбором угла Брюстера с учетом диэлектрических свойств среды [5]. Но в ряде технологических приемов необходимо проводить обработку слоя материала ограниченного металлическим экраном. В связи с этим невозможно подобрать угол Брюстера для направленного воздействия на среду, но минимум коэффициента отражения возможно обеспечить подбором слоя материала с учетом частоты излучения и электрофизических свойств среды. Решение электродинамических задач по СВЧ обработке семян сельскохозяйственных культур приведены в работах [6-9 и др.].

В простейшем случае, если полагать, что электромагнитная волна с частотой f и модулем напряженности электрического поля E_0 проникает через полупроводящий слой толщиной b и отражается от металлической поверхности, то модуль напряженности электрического поля отраженной волны на поверхности слоя материала E_1 будет равен

$$E_1 = -E_0 \frac{(\sqrt{\varepsilon}-1)e^{-ikb} + (\sqrt{\varepsilon}+1)e^{ikb}}{(\sqrt{\varepsilon}+1)e^{-ikb} + (\sqrt{\varepsilon}-1)e^{ikb}}, \quad (1)$$

где ε , k – соответственно относительная диэлектрическая проницаемость среды и коэффициент распространения электромагнитной волны в среде.

Тогда минимум коэффициента отражения $E_1=0$ можно получить подбором толщины слоя материала из условия

$$tgkb = \sqrt{\varepsilon} \quad (2)$$

или

$$b = \frac{1}{k} (\arctg \sqrt{\varepsilon} + \pi n), \text{ при } n=0,1,2,\dots \quad (3)$$

Известно, что для коэффициента распространения k в диапазоне сверхвысоких частот справедлива аппроксимация [6]:

$$k = \beta + i\alpha, \quad (4)$$

где

$$\beta \approx \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\varepsilon}, \quad (5)$$

$$\alpha \approx 188,4 \frac{\sigma}{\sqrt{\varepsilon}}. \quad (6)$$

Тогда для среды с малой удельной проводимостью $\sigma \rightarrow 0$ и при $\beta \gg \alpha$ условие (3) можно записать в виде

$$b \approx \frac{\lambda}{2\pi\sqrt{\epsilon}} (\arctg\sqrt{\epsilon} + \pi n), \text{ при } n=0,1,2,\dots \quad (7)$$

где λ – длина электромагнитной волны.

Расчеты показывают, что при, $\lambda = 12,5$ см и $\epsilon = 4$ толщина обрабатываемого слоя должна составлять: $b = 1,10$ см (при $n=0$), $b = 4,22$ см (при $n=1$), $b = 7,35$ см (при $n=2$), а при $\epsilon = 2$ толщина обрабатываемого слоя возрастает: $b = 1,34$ см (при $n=0$), $b = 6,42$ см (при $n=1$), $b = 10,21$ см (при $n=2$) и т.д.

В заключение отметим, что полученные условия согласования дают возможность достаточно просто реализовать согласование СВЧ источника со слоем обрабатываемого материала, если известны его электрофизические характеристики.

Использованные источники

1. Вендин С.В. СВЧ дезинсекция семян бобовых: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.20.02/С.В. Вендин; МГАУ. -М., 1990. -16 с.
2. Вендин С.В. Обработка семян электромагнитным полем: автореф. дис....док. техн. 05.20.02/С.В. Вендин; МГАУ. -М., 1994. 34 с.
3. Вендин С.В. Электромагнитная обработка семян//Сельский механизатор. 2014. № 12. С. 32-33.
4. Бородин И.Ф., Вендин С.В., Горин А.Д. Изменение всхожести семян зерновых культур под влиянием СВЧ обработки// Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 1993. № 2. С. 92.
5. Татур Т.А. Основы теории электромагнитного поля: Справочное пособие. М.: Высш. Шк., 1989.-271 с.: ил.
6. Вендин С.В. Исследование напряженности электрического поля в семени при СВЧ дезинсекции зерна//Электричество. -1994. -№ 3. -С. 54-59.
7. Вендин С.В., Трубаев П.А. К расчету напряженностей электромагнитного поля при СВЧ обработке диэлектрических плоскостойких объектов// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 215-218.
8. Вендин С.В. К решению задачи взаимодействия электромагнитной волны с многослойным сферическим диэлектрическим объектом//Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 5. С. 216-220.
9. Бабенко А.А., Вендин С.В. Расчет импульсных электромагнитных полей при СВЧ облучении диэлектрических материалов, ограниченных металлическим экраном// Моделирование и автоматизация технологических процессов с.-х. производства: Сб.науч.тр. МИИСП.- М., 1991.- С.14-18.

УДК 621.3.08+633.1

АКТИВНИЙ ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК АЗОТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Рижков А.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – робота присвячена розробці алгоритму для функціонування системи діагностування та захисту низьковольтних асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором та його адаптації для конкретних типів електродвигунів.

Постановка проблеми. Вважається, що глобальне виробництво продовольства має подвоїтися в порівнянні з поточним рівнем з метою задоволення потреб глобального населення, яке очікувано зросте до 9 млрд до 2050 року [1]. Для задоволення цього попиту, світове сільське господарство повинно значно підвищити врожайність і знизити втрати врожаю.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є розробка активного оптичного датчику азоту для визначення стану сільськогосподарських культур шляхом періодичного точкового контролю безпосередньо на полі методом експрес аналізу.

Основні матеріали дослідження. Здоров'я рослини і її продуктивність знаходяться під впливом численних фізичних, біологічних і хімічних факторів, в тому числі просторових варіацій в топографії, кліматичних умов, фізико-хімічних характеристик ґрунтів і шкідників та хвороб [2]. Просторова мінливість цих факторів викликає просторову зміну якості культур та урожайності в господарствах, і може привести до зменшення якості продукції та її обсягу. Точне землеробство контролює ці варіації і забезпечує краще управління витратою сільськогосподарських ресурсів, роблячи практику їх внесення в потрібному місці і в потрібний час.

Лист рослини є основним фотосинтезуючим органом. Фотосинтез відбувається в хлоропластах, де розташований пігмент хлорофіл [3]. При розгляді спектральних властивостей одного листа видно, що тільки частина падаючого випромінювання відбивається, інше або поглинається або пропускається. Відбиття видимого світла, від 400 до 700 нм, як правило, нижче ніж 10% з піком при 550 нм. Коли видимий діапазон випромінювання потрапляє до здорового листа, шар хлоропластів, які містять хлорофіл, поглинає випромінювання в діапазонах хвиль з центром в 450 і 670 нм [4]. У ближній інфрачервоній області, від 700 до 1300 нм, коефіцієнт відбиття падаючої енергії від листа рослин зростає приблизно до 50%. Високий коефіцієнт відбиття на довжинах хвиль ближній інфрачервоній області пов'язано з внутрішньою структурою листа.

Багато досліджень вивчали взаємозв'язок між областями електромагнітного спектру, структурою рослинного листа, і його хімічним складом [5]. Спектральні індекси рослинності були розроблені і використовуються в якості індикаторів стану рослин. Серед найбільш поширених спектральних індексів використовується нормалізований індекс відмінностей рослинного покриву (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) [6]. Його визначення базується на відносній різниці коефіцієнту відбиття світла в двох діапазонах – червоного та інфрачервоного: $NDVI = (\rho_{1ч} - \rho_{ч}) / (\rho_{1ч} + \rho_{ч})$.

В роботі досліджується та обґрунтовується розробка ручного оптичного пристрою для вимірювання коефіцієнту відбиття листа сільськогосподарської рослини під час вегетаційного при довжині хвилі світла 550 нм та 705 нм. Для розширення достовірності

та інформативності отриманих даних пропонується додати третю довжину хвилі в алгоритм вимірювання – 670 нм.

Висновки. Запропонований спосіб забезпечить більшу точність визначення вмісту азоту сільськогосподарських культур експрес методом.

Список використаних джерел.

1. Ray D. K. Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050 / D. K. Ray, N. D. Mueller, P. C. West, J. A. Foley // PLoS ONE. — 2013. — Vol. 8, No. 6. — P. e66428.
2. Hall A. Optical remote sensing applications in viticulture - a review / A. Hall, D. w. Lamb, B. Holzapfel, J. Louis // Australian Journal of Grape and Wine Research. — 2002. — Vol. 8, No. 1. — P. 36–47.
3. Gates D. M. Spectral properties of plants / D. M. Gates, H. J. Keegan, J. C. Schletter, V. R. Weidner // Applied Optics. — 1965. — Vol. 4, No. 1. — P. 11–20.
4. Lillesand T. Remote sensing and image interpretation / T. Lillesand, R. W. Kiefer, J. Chipman, & 0 more. — Hoboken, NJ : Wiley, 2007. — ISBN 9780470052457.
5. Ollinger S. V. Sources of variability in canopy reflectance and the convergent properties of plants / S. V. Ollinger // New Phytologist. — 2011. — Vol. 189, No. 2. — P. 375–394.
6. Rouse J. W. Jr. Monitoring vegetation systems in the great plains with erts / J. W. Rouse Jr., R. H. Haas, J. A. Schell, D. W. Deering // NASA Special Publication. — 1974. — Vol. 351. — P. 309.

УДК 629.33.02.004.67:621.895

ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ АБРАЗИВНІЙ ОБРОБЦІ НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН

Гулевський В.Б., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

При експлуатації транспортної техніки, змінюються фізико-механічні властивості і більшою мірою геометричні параметри деталей. Тому відновлення початкових якостей деталей потрібне для подальшої експлуатації машини. Значна частина енерговитрат в процесі ремонту деталей пов'язана з необхідністю забезпечити потрібну якість змащувальних, технологічних і гідравлічних рідин.

Механічна обробка деталей при ремонті є не лише способом відновлення під ремонтний, розмір, але і необхідною стадією попередньої обробки для надання деталі правильної геометричної форми, зняття дефектного шару, спеціальної підготовки поверхні під нанесення різного роду покриттів, а також як остаточна стадія обробки відновлюваних деталей під номінальний раз заходів.

Ефективність ремонту автомобілів полягає в здатності ремонтного виробництва забезпечувати якісне відновлення деталей при оптимальних витратах часу праці і засобів. Якість отриманої після обробки деталі характеризується, в основному, точністю її розмірів і шорсткістю поверхонь

Застосовуючи нові прогресивні склади мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) і сучасні способи їх подачі (гідро аеродинамічний, струминно-напірний, поетапний), можна створити такі умови охолодження, при яких, незважаючи на високу контактну температуру, поверхневий шар матеріалу деталі зазнаватиме найменші зміни. Ці обставини є вирішальними при абразивній обробці деталей.

Проте забруднення МОР механічними домішками може істотно спотворити стабілізацію різальної здатності інструменту, і як наслідок отримуватиме характеристики поверхонь відновлюваних деталей.

Одним з джерел зниження цих витрат є очищення і регенерація мастильно-охолоджувальних рідин, яка проводиться в процесі експлуатації рідини, поки ресурс її працездатності остаточно не вичерпаний.

Основними елементами режиму різання є (рис.1) :

- окружна швидкість круга (вказується у кінці характеристики круга і є максимальною міцністю круга, що допускається);
- швидкість обертального або поступального руху деталі;
- глибина різання - шар металу, що знімається шліфувальним кругом за один або подвійний хід при круглomu або плоскому шліфуванні або ж рівна усьому припуску на сторону при врізаному шліфуванні.

При абразивній обробці відновлюваних деталей засобів транспорту, внаслідок забруднення МОР механічними домішками, відбувається знос шліфувальних зерен, тим самим зменшується період стійкості шліфувального круга і відповідного збільшення числа правок, що призводить до збільшення витрат праці і часу для забезпечення необхідного параметра шорсткості.

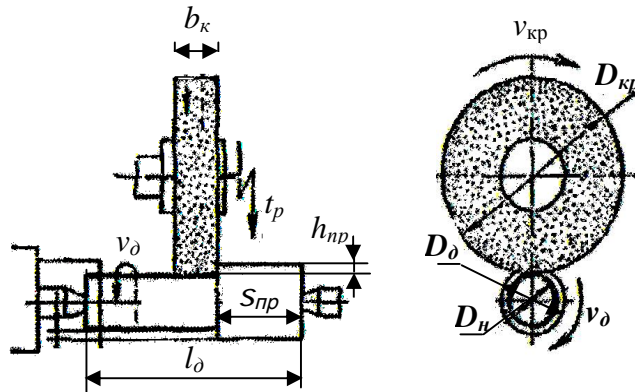


Рис. 1. Схема обробки шліфувальним кругом деталей класу "вали":

h_{np} - величина припуску, мм; l_d - довжина деталі мм, v_{kp} - швидкість обертання круга, м/с, v_d - швидкість обертання деталі, м/хв, b_k - ширина круга, мм, D_d і D_n - дійсний і номінальний розмір деталі, мм, D_{kp} - діаметр круга, мм, t_p - глибина різання, мм, s_{np} - подовжня подача круга, дв. ходів/ хв.

Зміна режимів шліфування в циклі призводить до зміни об'єму знятого матеріалу за період обробки деталі, наприклад глибина подачі шліфувального круга і оброблювана поверхня незалежно впливають на концентрацію механічних домішок в МОР .

В зв'язку з цим, щоб уникнути впливу забрудненості МОР на отримання необхідної мікрогеометрії поверхні відновлених деталей засобів транспорту необхідно якісно її очищати (особливо від металевої складової) .

Висновки: Проведений літературний аналіз і дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

- значний вплив на абразивну обробку відновлених деталей чинять мастильно-охолоджувальні рідини;
- на якість поверхні при абразивній обробці різанням деталей транспортної техніки впливає не лише відсутність МОР, але і її чистота в процесі експлуатації;
- параметри режиму шліфування (окружні швидкості круга і деталі, швидкості подач, глибина різання) чинять вплив на кількість знятого матеріалу за годину абразивної обробки деталі.

УДК 504.45

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ВОДИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ПОЛИВУ

Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Для оцінки можливості використання електропровідності ґрунту в якості методу контролю вологості ґрунтів проведені дослідження. В різні типи ґрунтів уміщувались металеві електроди, до яких від джерела змінного струму підводилась напруга. Об'єм ґрунту, площа електродів та довжина між електродами в усіх експериментах були однакові. В залежності від витрат води та вологості змінювалась електропровідність ґрунту, яка визначалась за формулою:

$$q = \frac{I}{V}, \quad (1)$$

де I – струм, який протікає крізь ґрунт. V напруга джерела живлення.

Одержані результати дозволили зробити висновок про те, що рівень вологості можна контролювати методом визначення електропровідності ґрунту, а саме, за рахунок підтримки величини струму у необхідних межах:

$$I = \frac{V S W_z}{\rho l}, \quad (2)$$

де S, l – переріз та довжина частки ґрунту.

W_z, ρ – відносна вологості та питомий електричний опір ґрунту

Але якщо порівнювати способи поливу ґрунту, слід відзначити, що при краплинним зволоженні дуже важливе значення має місце встановлення датчика вологості, оскільки вологість змінюється надто швидко.

Вода зі свердловин у південному регіону України – дуже високої мінералізації. При використанні води, що містить Na 200 мг/л, Cl 300 мг/л, концентрація солей у ґрунті теплиці підвищується удвічі, при більш високих рівнях – утричі, що негативно позначається на врожаї та якості продукції.

Знизити загальну мінералізацію поливної води можна при наявності значної кількості дощової води, яка звичайно володіє малою електропровідністю (дослідні зразки такої води мають середній показник питомої електропровідності в межах 0,2-0,3 мС/см). Для створення необхідного рівня електропровідності поливної води необхідно підготувати суміш двох об'ємів води. Даний рівень електропровідності можна розрахувати за формулою:

$$\gamma_n = \frac{\gamma_d \cdot V_n + \gamma_s \cdot V_s}{V_n + V_s}, \quad (3)$$

де V_n, V_s – об'єм дощової та водопровідної води, м³;

γ_d, γ_s – електропровідності дощової та водопровідної води відповідно, мС/см.

Метод вимірювання електропровідності ґрунту дозволяє об'єктивно оцінювати вологість ґрунту при різних способах поливу.

УДК 631.371

ВИКОРИСТАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІООБ'ЄКТІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Борохов І.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Відомості які є на даний час, щодо впливу електромагнітних хвиль на різні біологічні об'єкти дозволяють говорити про застосування ЕМП як про екологічно чисту технологію для стимуляції виходу біомаси, прискорення зростання рослин і т.п. В даний час для створення перспективних інформаційних електромагнітних технологій в сільському господарстві та медицині необхідно створення бази даних про діелектричну проникність біологічних об'єктів на різних рівнях їх організації: мікро-, макро- і нанорівнях.

Вже досить тривалий час електромагнітні технології використовуються для вирішення різних задач у біології та медицині, в тому числі у практиці сільського господарства, однак оглядові публікації по даній тематиці стосуються або одного типу біологічних об'єктів, або переліку діелектричних властивостей біологічних тканин, тобто відомості про діелектричну проникність є, але вони розрізнені і досліджені тільки в вузьких частотних діапазонах. Виходячи з цього створення бази даних про діелектричну проникність біооб'єктів є досить актуальною.

Виходячи з вище сказаного метою є ґрунтовний аналіз області використання та визначення особливості в діелектричних параметрів біооб'єктів та подальшої апаратної реалізації комплексу електрообладнання по їх дослідженню.

Діелектричні властивості біооб'єктів визначаються присутністю в їх складі води та розчинених у ній макромолекул, а також компартменталізація клітинних і макроскопічних структур.

Компартменталізація сприяє оптимальному протіканню біохімічних реакцій, але з іншого боку, призводить до того, що біооб'єкти набувають сегнетоелектричні властивості. Внаслідок наявності заряджених компартментів біооб'єкти володіють високим значенням ϵ , особливо на НЧ. Заряджені шари поведуться в зовнішньому полі як доменни з високим значенням електричного дипольного моменту і низькою характеристичною частотою релаксації f_x . Стосовно до диполя f_x , що відповідає максимальній частоті зовнішнього ЕМП, яку вони здатні відтворювати своїм поворотом в ньому. В результаті подібних поворотів досягається висока ступінь екранування зовнішнього ЕМП. Діапазон частот f_x для різних внутрішньоклітинних компартментів простягається від долів герца до 1^{10} кГц.

Таким чином частота релаксації однієї і тієї ж молекули в цитоплазмі і в плазмі крові відрізняються, тому і в'язкості їх різні. При використанні НВЧ основний вплив на діелектричні властивості вносить вода, частота релаксації якої становить 20 ГГц. Саме у воді відбуваються основні діелектричні втрати при дії НВЧ випромінювання. Всі ці явища призводять до дисперсії - залежності діелектричної проникності від частоти.

Для біооб'єктів прийнято виділяти три частотні області дисперсії:

- α -дисперсія: її діапазон простягається до ~ 10 кГц. Ця область зумовлена наявністю клітинних компартментів, релаксацією зарядів на неоднорідностях.
- β -дисперсія ($10^4 \dots 10^8$ Гц): обумовлена релаксацією макромолекул (як правило, білків).

- γ -дисперсія: обумовлена релаксацією молекул води і простягається до та понад 10^8 Гц.

Дані численних досліджень дозволяють припустити, що вибором робочих частот, щільності потоку потужності, модуляційних параметрів ЕМП і значення діелектричної проникності біологічних об'єктів можна досягти сприятливого впливу на процес діагностики стану сільськогосподарської продукції та лікування багатьох хвороб.

Останнім часом, у зв'язку з дефіцитом продовольчих запасів у світовій економіці, велика увага приділяється проблемі контролю якості сільськогосподарської продукції на всіх етапах життєвого циклу: виробництва, зберігання, переробки, споживання. Наприклад, НВЧ контроль параметрів молока, гідратаційна здатність криоконсервантів, оцінка морозостійкості рослин. Але всі вони складні, а деякі вимагають навіть спеціальної попередньої підготовки проби.

Питання оптимального застосування електромагнітної енергії в сільськогосподарському виробництві пов'язані, перш за все, з вивченням діелектричних властивостей біологічних об'єктів. Вивчення діелектричних властивостей насіння і ґрунту в залежності від температури, вологості дозволить визначити режими обробки ґрунту, глибину загортання насіння, оптимальні параметри ЕМП при обробці насіння. Так наприклад, радіохвильовий метод на основі аналізу діелектричних параметрів може замінити численні непрямі методи вимірювання багатокomпонентних сумішів.

З проведеного аналізу випливає, що для ефективного застосування ЕМП у сільському господарстві, харчовій та переробній промисловості, а також для контролю якості та зберігання сільськогосподарської продукції актуальним є створення інформаційно-вимірювальних систем для відтворення, зберігання і передавання розмірів одиниць комплексної діелектричної проникності біооб'єктів в діапазоні частот 0 ... 300 ГГц з похибкою вимірювання 1,5 ... 1,7%.

УДК 631.371

ВПЛИВ МОДИФІКУЮЧИХ ФАКТОРІВ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОГЕРЕНТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА НАСІННЯ КУКУРУДЗИ

Богатирьов Ю.О., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Велика кількість агротехнологічних дослідів направлена на вивчення впливу різних полів фізичної природи на насіння с.г. культур з метою підвищення схожості, енергії пророщування, врожайності. Серед них, обробка рослин низькоенергетичним когерентним випромінюванням має ряд переваг, а саме екологічна і генетична безпека, можливість дозованого і цілеспрямованого впливу як на рослини в цілому, так і на окремі його частини.

Проведені дослідження впливу модифікуючих факторів низькоенергетичного когерентного випромінювання на насіння кукурудзи. Обрані фактори і рівні їх варіювання мають наступні значення: кількість днів від обробки до початку визначення посівних якостей - (-1) 3, (0) 9, (+1) 15, (Δ_i) 6; кількість імпульсів, тис. шт. - (-1) 2, (0) 5, (+1) 8, (Δ_i) 3; щільність потоку енергії низькоенергетичного когерентного випромінювання, мВт/см² - (-1) 0,5, (0) 3,25, (+1) 6, (Δ_i) 2,75.

Отримане рівняння другого порядку має вигляд:

$$y_i = 125,63 - 11,063x_1 - 0,02x_2 - 17,54x_3 + 0,00021x_2x_3 + 0,653x_1^2 + 0,000005x_2^2 + 2,63x_3^2 \quad (1)$$

Поверхні відгуку побудовані за отриманим рівнянням:

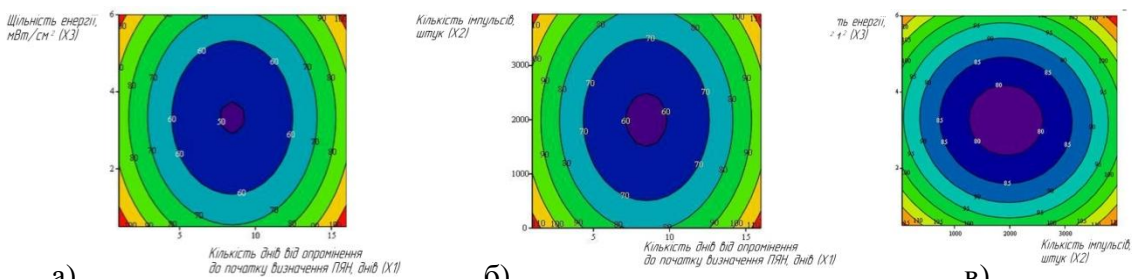


Рис. 1. Поверхні та лінії рівнів функції відгуку а) $x_1=0$, б) $x_2=0$, в) $x_3=0$.

Отримані результати дозволяють визначити параметри модифікуючих факторів низькоенергетичного когерентного випромінювання на насіння кукурудзи, а саме – кількість днів від обробки до початку визначення посівних якостей насіння – 8,47; кількість імпульсів - 1931, щільність потоку енергії низькоенергетичного когерентного випромінювання – 3,25 мВт/см².

УДК 664.723

ПЕРЕРОБКА КУКУРУДЗИ З ҐРУНТОВНИМ АНАЛІЗОМ ПРОЦЕСУ СУШКИ

Перова Н.П., інженер

Таврійський державний агротехнологічний університет

Кукурудзу традиційно вирощують українські аграрії, і вона займає суттєве місце в структурі виробництва зернових.

Різке збільшення врожаю в останні роки зумовлене насамперед зменшенням виробництва ранніх зернових через загибель озимих культур. Щоб компенсувати збитки, аграрії пересівають загиблі площі та створюють умови для зберігання.

Для підприємства важливо знати не тільки можливий обсяг виробництва продукції, а й скільки необхідно фінансових, матеріальних, трудових та інших ресурсів, для запровадження систем зберігання продукції.

Введення інтенсивних технологій переробки кукурудзи на зерно, дає можливість не тільки значно збільшити вихід продукції, підвищити її якість, а й знизити затрати праці і витрати.

На основі проведеного аналізу, технологій зберігання кукурудзи було визначено, що значний вплив мають температура та вологість, тому дані теоретичних досліджень є актуальними.

Було визначено, що чим більша початкова вологість зерна, тим вища швидкість сушіння в початковий період і тим він коротший. У сирому зерні є механічно зв'язана волога, яка видаляється в першу чергу. Та капілярно зв'язана волога міцно зв'язана з крохмальними зернами і ще міцніше — з білками. Тому процес сушіння зерна лімітується переважно сушінням білкового комплексу. Крім того необхідно врахувати, що сушіння зерно нагрівається швидше, ніж випаровується волога. Оптимальне сушіння можливе лише тоді, коли тиск пари всередині зернівки вищий, ніж в навколишньому середовищі, тобто відбувається її випаровування. Якщо температура поверхні зерна дорівнює температурі середовища сушильної камери, процес сушіння (випаровування води) припиняється. Одночасно з переміщенням вологи рухаються розчинені в ній мінеральні речовини, а відповідно швидкість процесу сушіння залежить від вологоємності повітря.

Розглянута математична модель сушіння зерна кукурудзи, дозволило отримати рівняння регресії та залежності температури зерна кукурудзи при температурі агента сушки $t=28^{\circ}\text{C}$; вологості $W_n=22\%$ та різній висоті шару.

У результаті аналізу процесу сушки були отримані результуючі рівняння регресії. Найбільший вплив на процес сушки мають температура агента сушки та вологість зерна. Оптимальними параметрами сушки: середня температура агента сушки $t_{ac}=35...50^{\circ}\text{C}$, час сушки зерна $\tau=1,4...6,5$ %/год, швидкість агента сушки $v_{ac}=0,45$ м/с.

УДК 504.03

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГЛІЦЕРИНОВИХ ФРАКЦІЙ В БІОПАЛИВІ

*Кушлик Р.В., к.т.н., доцент,
Журавель Д.П., к.т.н., доцент*

Таврійський державний агротехнологічний університет

В останні десятиліття у зв'язку з подорожчанням нафтопродуктів і погіршенням екологічної обстановки різко зріс інтерес до використання альтернативних джерел палива, які отримують з рослинної сировини, таких як біодизельне паливо. У Євросоюзі до 2030 планується доведення частки біодизельного палива в загальному обсязі палива до 25%. Сировиною для виробництва біодизельного палива можуть бути різні рослинні олії і тваринні жири.

В ході процесу тригліцериди олій гідролізуються до гліцерину і жирних кислот, потім жирні кислоти метілюються, в результаті чого утворюються їх метилові ефіри, які і використовуються в якості біодизельного палива. Побічним продуктом виробництва є технічний гліцерин. На кожному тону виробленого біодизельного палива утворюється 100 кг гліцерину у вигляді 70-80% -ного водного розчину, залишок масла і вільних жирних кислот. Гліцерин - це безбарвна, без запаху, солодкувата на смак в'язка рідина. Гліцерин плавиться при температурі 17,8 °С і кипить при 290 °С. Змішується з водою і етанолом.

Згідно з фізико-хімічними показниками ріпако - метилового ефіру наявність гліцерину в біопаливі повинна бути не більше 0,3%. В випадку більшої наявності гліцерину в процесі згорання палива утворюються нагар і сажа. Тож фільтри і моторне масло необхідно замінювати дуже часто.

В даний час відсутні надійні засоби контролю гліцерину в біопаливах. Нами розроблено пристрій для діагностування паливно - мастильних матеріалів біологічного походження в двигунах внутрішнього згорання мобільної техніки. В основу поставлена задача удосконалення пристрою для контролю гліцеринових фракцій в біодизелі, в якому, шляхом введення мікроконтролера, а також нових зв'язків між елементами, забезпечується вимірювання амплітуди прийнятого сигналу, яка використовується в якості інформативної. За рахунок цього підвищується точність вимірювань гліцеринових фракцій в біодизелі, надійність системи, її гнучкість, та зменшення споживаної потужності.

Введення мікроконтролера забезпечує контроль гліцеринових фракцій в біодизелі вище критичних показників і дозволяє проводити експрес-аналізи якості біодизеля, як в лабораторних умовах, так і безпосередньо в процесі експлуатації мобільної техніки.

УДК 66.047.3.085.1

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОРАДІАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОВОЧІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНФРАЧЕРВОНОГО ЕНЕРГОПІДВОДУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ СУШКИ

Тодоріко О.М., інженер

Новокаховський агротехнологічний коледж

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Як вітамінізовані продукти особливо цінні овочі взимку. Але в зв'язку з тим, що вживання в їжу рослинних продуктів носить сезонний характер, виникає проблема їх зберігання. В процесі зберігання кількість активно діючих речовин, що містяться в овочах, знижується. Це значною мірою пов'язано з тим, що багато корисні речовини або розкладаються, або їх енергія йде на підтримку окислювальних процесів дихання. Втрати активно діючих речовин сягають 30-50% від закладених на зберігання овочів. Тому пошук принципів, методів, способів і засобів у процесі переробки і зберігання для досягнення максимального ефекту в збереженні активно діючих речовин, особливо таких, як каротин і цукор, є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження. Проведеними експериментами доведено, що застосування ІЧ-опромінення в технології сушіння рослинної сировини дозволяє значно підвищити якість готової продукції. Ще більший ефект можна отримати від застосування керованого ІЧ - опромінення у процесі сушіння овочів.

Інфрачервона сушка продуктів харчування як технологічний процес заснована на тому, що інфрачервоне випромінювання активно поглинається водою, що міститься в продукті, але не поглинається тканиною висушеного продукту. Тому видалення вологи можливо при невисокій температурі (40...60)°С, що дає практично повністю зберегти вітаміни, біологічно активні речовини, природний колір, смак і аромат піддаються інфрачервоної сушки продуктів.

У зв'язку з викладеним отримання продукту з оптимальним складом активно діючих речовин є важливою науковою проблемою, вирішення якої повинно включати в себе концепцію обґрунтування та вибору раціональних режимів ІЧ - енергопідводу в технології сушіння овочів.

Аналіз природних методів і засобів виявив ряд істотних недоліків - нестабільність теплового режиму і складність його регулювання, а також низька якість і поганий товарний вигляд готового продукту. Тому в процесі сушіння повинен бути заданий такий температурний режим ІЧ - опромінення, який буде раціональним залежно від біохімічних, геометричних і теплофізичних властивостей.

В технології сушіння овочів був використаний метод імпульсно - переривного ІЧ – опромінення, який характеризується тривалістю циклу роботи та коефіцієнтом відносної тривалості опромінення. Тривалість одного циклу:

$$\tau_{\text{Ц}} = \tau_0 + \tau_{\text{Н}} \quad (1)$$

де τ_0 і $\tau_{\text{Н}}$ - відповідно тривалість періодів опромінення і паузи, хв.

Коефіцієнт відносної тривалості опромінення:

$$\varepsilon = \frac{\tau_0}{\tau_{\text{Ц}}} = \frac{\tau_0}{\tau_0 + \tau_{\text{Н}}} \quad (2)$$

Початкові параметри процесу сушіння при імпульсно - переривному ІЧ - опроміненні визначаються за номограмою, запропонованої І. А. Худоговим,

Час роботи опромінювача в першому циклі визначається з виразу:

$$\tau_{01} = T_n \ln \frac{t_{max} - t_{min}}{t_{max} - T_n \cdot v_n}$$

де T_n - постійна часу нагріву, с;

t_{max} - гранично допустима температура для овочів, °С;

v_n - гранично допустима швидкість нагріву, °С/с.

На підставі теоретичних досліджень були обрані закономірності управління методами ІЧ - енергопідводу в технології сушіння овочів. Закон регулювання можна представити у вигляді ряду Маклорена з показником ступеня, що враховує ступінь зволоження овочевої продукції та постійну часу нагрівання:

$$e^{-i\omega t} = 1 - \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{[(-1)^{n-1} \cdot x^n]}{n!}$$

де $x = T_{\text{ц}}/T_n$ - відношення часу циклу або його частини до постійної часу нагрівання.

Проведені експерименти показали, що раціонально використовувати комбінований спосіб ІЧ сушіння овочів, тобто використання примусової конвекції і переривчастого ІЧ нагріву.

Для здійснення операцій сушіння застосовувалися електронагрівальні елементи нового покоління - імпульсні керамічні перетворювачі випромінювання, що мають високу ступінь чорноти (0,95). В якості первинного джерела ІЧ випромінювання використовувалася звичайна ніхромова спіраль в трубці, виготовленої з чистого кварцового скла, покритого багат шаровим функціональним керамічним покриттям.

Висновки. Встановлено, що найбільш ефективним є імпульсно-перервний режим ІЧ - енергопідводу з пониженням рівня енергопідводу в кожному наступному циклі. Запропонований метод управління ІЧ - енергопідводом дозволяє скоротити час процесу сушіння овочів.

Література.

1. Анненков Ю.М. Основы электротехнологий: учебное пособие. / Ю.М. Анненков. – Томск. : изд-во ТПУ, 2005. - 208 с.
2. Семенов Г.В. Сушка сырья : мясо, рыба, овощи, фрукты, молоко. Учебно-практическое пособие / Г.В. Семенов, Г.И. Касьянов. – Ростов н/ Д : издательский центр "МарТ", 2002. -112 с.
3. Рогов И. А. Электрофизические методы обработки пищевых продуктов / И. А. Рогов. – М. :Агропромиздат, 1988. – 272 с.

УДК 632.935

**АНАЛІЗ БІОФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ
ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬОВИХ
ВИПРОМІНЮВАНЬ НА РЕПРОДУКТИВНУ
ЗДАТНІСТЬ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА
(LEPTINOTARSA DESEMLINEATA)**

Сілі І.І., аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Виробництво екологічно «чистих» продуктів харчування, у тому числі і картоплі, можливо лише при умові повної відмови від застосування отрутохімікатів, які використовують для знищення колорадського жука та можливого переходу від хімічного методу боротьби з шкідниками до електрофізичного.

Результати проведених експериментів підтверджують наявність біологічних ефектів від впливу електромагнітних полів як на тепловому, так і на низькоенергетичному рівнях потужності.

Досліди з колорадським жуком проводилися в лабораторних умовах з впливом на нього електромагнітного енергетичного випромінювання частотою 2,45 ГГц. В результаті плодючість самок колорадського жука при опроміненні випромінюванням частотою 2,45 ГГц протягом 4 хвилин знижується на 27...36% (за кількістю відкладених яєць). Обробка самців випромінюванням частотою 2,45 ГГц на протязі 6-7 хвилин приводить до повної стерильності.

Перші експерименти дозволили встановити закономірності впливу електромагнітного випромінювання на біологічні об'єкти і з'ясувати природу його дії:

1. Дія когерентного НЗВЧ випромінювання на живі організми зводиться до управління процесів які відбуваються в них.

2. Ефективність гострорезонансної дії випромінювань на організм, що виходять від зовнішніх по відношенню до нього джерел когерентних коливань, пов'язана з тим, що ці випромінювання можуть порушувати в організмі когерентні коливання, імітуючи сигнали, що генеруються в певних умовах самими організмами.

3. На реакцію організмів під впливом НЗВЧ випромінювання, яка визначається по деякому біологічному параметру, не впливає в широких межах зміна щільності потоку потужності, починаючи від деякого найменшого значення щільності потоку потужності і до значень, які вже викликають помітний нагрів тканин, біологічний ефект дії випромінювання зберігається практично незмінним.

В якості одного з основних механізмів гнітючої дії електромагнітного випромінювання на шкідливі мікроорганізми можна розглядати роль біологічних мембран в реакціях мікроорганізмів на це випромінювання.

Дія низькоенергетичних випромінювань тягне за собою перерозподіл електричних сил, що беруть участь у функціонуванні мембрани. В результаті змінюється ступінь зв'язування K^+ , Ca^{2+} та інших іонів в мембрані, а також виникають локальні зміни фізико-хімічних властивостей поверхні мембрани (мікрров'язкість, рН, поверхневий натяг, ефективний заряд).

Можна припустити, що процес, який протікає в позаклітинному середовищі, включає в себе механізми, здатні інтегрувати слабкі поля на деякій відстані і розвивається швидше по поверхні мембрани, ніж на її поперечної осі. На сьогоднішній день не

існує універсальних моделей впливу низькоенергетичного ЕМП на мікроорганізми. Важлива особливість практично всіх моделей полягає в тому, що поверхня клітинних мембран розглядається в якості найбільш ймовірного місця здійснення процесів.

Використання НВЧ та НЗВЧ випромінювання як методу боротьби з колорадським жуком показує високу ефективність. Важливим завданням є розробка ефективного та достовірного методу визначення впливу ЕМП на живі організми. Проведений аналіз показав, що для пригнічення репродуктивної здатності колорадського жука необхідно проведення досліджень щодо встановлення первинних, фізично обґрунтованих механізмів впливу інформаційно-енергетичних імпульсних ЕМП на мембрани клітин колорадського жука і його личинок.

УДК 338.242

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Диордиев В.Т., д.т.н., профессор

e-mail: diovlatr@ukr.net

Таврический государственный агротехнологический университет

Аннотация – приведена методика моделирования адаптивных технологических процессов как дискретных динамических объектов управления с использованием статических моделей энергосбережения.

Постановка проблемы. Анализ динамических параметров и структурно-алгоритмической гибкости систем управления кормоприготовлением показывает, что они реализуют процессы управления на основе адаптивного принципа. Технология представляется в форме дискрет во времени, где решается задача управления установившимися состояниями многомерного дискретного управления с использованием модели объекта. Для адаптации параметров модели используются рекуррентные алгоритмы эллипсоидальных оценок. В данной области выполнен целый ряд исследований [1, 2], однако во главу угла здесь ставились лишь общие показатели автоматизации без учета параметров энерго- и ресурсосбережения.

Формулировка цели. Разработка методики моделирования адаптивных автоматизированных технологических процессов с использованием статических моделей энергосбережения.

Основная часть. Линеаризованный технологический комплекс кормоприготовления, как дискретный динамический объект управления (ОУ), характеризуется в дискретные моменты времени $k=0, 1, 2 \dots$ векторами входов (управлений) по каналам $\vec{u}[k] = (u_1[k], \dots, u_n[k])^T$ и выходов $\vec{x}[k] = (x_1[k], \dots, x_n[k])^T$. В качестве компоненты $x_i[k]$ принимается соответствующий энергетический поток. С каждой компонентой $x_i[k]$ вектора $X[x]$ связаны системы уравнений:

$$W_i[k+1] = A_i W_i[k] - (I - A_i) E^{-q_i} u[k], \quad x_i[k+1] = m_i^0 W_i[k], \quad (1)$$

определяющие динамические и статические свойства объекта по отношению к данному выходу. В уравнении (1) $\vec{W}_i[k] = (w_{i1}[k], \dots, w_{im}[k])^T$ - вектор фазовых координат; $A_i = \text{diag}\{a_{i1}, \dots, a_{im}\}$ - диагональная матрица параметров динамики; $I - (n \times n)$ - единичная матрица; $m_i^0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ m_{i1} & \dots & m_{im} \end{pmatrix}^T$ - вектор коэффициентов усиления; $E^{-q_i} = \text{diag}\{\xi^{-q_{i1}}, \dots, \xi^{-q_{im}}\}$ - матрица операторов сдвига $\xi^{-q_{ij}} u_j[k] = u_j[k - q_{ij}]$; $q_{ij} \geq 0$ - число тактов, на которое запаздывает j - й входной сигнал; T - оператор транспонирования матрицы.

Задан вектор $\vec{X}^* = (x_1^*, \dots, x_n^*)^T$ - вектор ограничений, как директивные значения энергоемкости технологических процессов и продукции с/х производства. На основании указанных факторов строится структура модели, основные структурные составляющие которой показаны на рис. 1. Данная модель является базой разработки алгоритма адаптации. В свою очередь, каждая модель САУ однозначно определяется наборо-

ром признаков модели $P_m = \{P_m^j\}_{j=1}^k$, описывающих основные характеристики модели САУ, например: тип модели, составляющие подмодели и др.

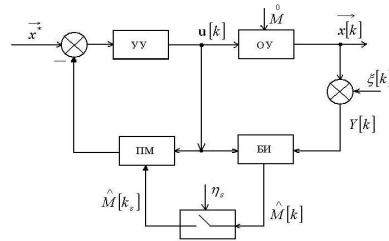


Рис.1. Структура адаптивной модели управления

Выбор модели статического типа проводится путем построения набора признаков модели в соответствии с некоторым функционально-логическим правилом отображения множества признаков $P_m = G(P_0); G(\bullet)$ - на основе гомоморфного оператора проектирования модели. Структура модели САУ определяется следующим образом $\Sigma = f(\mathcal{E}, OG, KP)$ Здесь \mathcal{E} – эволюционное соотношение модели, характеризующее динамику управления; OG – ограничения модели; KP – критерий оптимизации модели. Составляющие OG и KP могут быть получены из набора признаков P_0 модели управления. Функционал адекватности модели:

$$AD(m, P_0) = (AD_\pi, AD_\mathcal{E}), \quad (2)$$

где $(AD_\pi, AD_\mathcal{E})$ - функционалы адекватности параметров и эволюционного соотношения модели соответственно.

Как указано в [3], параметры подобных систем представляются в виде рядов Фурье, откуда становится возможным провести оценку динамической точности системы в режиме реального времени (при условии управления режимом работы кормоприготовительного агрегата). Параметры системы, в соответствии с [2], вычислялись в предположении кратности рядов Фурье, откуда динамическая оценка качества системы для 2π -периодической функции $f(x, y)$ выполнялась как для систем класса $L(\mathbb{R})$, где $\mathbb{R}: [-\pi, \pi; -\pi, \pi]$. Коэффициенты такого разложения по Фату равны:

$$\begin{aligned} a_{mn} &= \frac{1}{\pi^2} \iint_{\mathbb{R}} f(x, y) \cos mx \cdot \cos ny \, dx dy; & b_{mn} &= \frac{1}{\pi^2} \iint_{\mathbb{R}} f(x, y) \sin mx \cdot \cos ny \, dx dy; \\ d_{mn} &= \frac{1}{\pi^2} \iint_{\mathbb{R}} f(x, y) \sin mx \cdot \sin ny \, dx dy; & c_{mn} &= \frac{1}{\pi^2} \iint_{\mathbb{R}} f(x, y) \cos mx \cdot \sin ny \, dx dy. \end{aligned} \quad (3)$$

Уравнения системы (3) и определяют динамику системы, откуда следуют равномерные оценки точности (как интегралы Фурье-Лебега).

Вывод. Изложенная методика синтеза микропроцессорной адаптивной системы позволяет эффективно определить структуру управляющего средства, закон регулирования, определить качество динамического функционирования системы.

Список использованных источников

1. Зотов М.Г. Многокритериальное конструирование систем автоматического управления / М.Г. Зотов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 375с.
2. Афанасьева О.В. Теория и практика моделирования сложных систем: учеб. пособие/ О.В. Афанасьева, Е.С. Голик, Д.А. Первухин.- СПб: СЗТУ, 2005.-132с.
3. Диордиев В.Т. Основные факторы системотехнического и программно-целевого подходов к организации оптимального управления кормопроизводством / В.Т. Диордиев // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Мелітополь, 2010. - Вип. 10, т. 8. – С. 14-21.

УДК 631.365.22+621.317

КОМПЕНСАЦІЯ ЗАПІЗНЕНЬ ЗЕРНОСУШАРКИ З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ПРИ НЕПОВНИХ ВИМІРЮВАННЯХ ЇЇ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ

Осадчий С.І., д.т.н., професор,
Федотова М.О., аспірантка,
Березюк І.А., к.т.н., доцент,
Скриннік І.О., к.т.н., доцент,
Кіровоградський національний технічний університет

e-mail: SRG_2005@ukr.net
e-mail: Skrynnik_2002@ukr.net
e-mail: idea_2015@ukr.net

Анотація - в даній роботі наведена технологія застосування випереджувача Сміта для компенсації зерносушарки з киплячим шаром при умові, коли її вихідні сигнали не можуть бути виміряні у повному обсязі.



Рис. 1. Зовнішній вигляд зерносушарки з киплячим шаром каскадного типу

Постановка проблеми. Зерносушарка з киплячим шаром (ЗКШ), розроблена при Кіровоградському національному технічному університеті (рис. 1), являє собою багатовимірний об'єкт з розподіленими параметрами із запізненням [1], вектор вихідних сигналів якого виміряти у повній мірі не можливо [2]. Для синтезу САУ таким об'єктом нами застосовані новітні методи динамічного проектування, що передбачають виконання процесу факторизації, який унеможливується у випадку, коли хоч один з елементів структури має в своєму складі запізнення.

Формулювання цілей. З метою компенсації запізнень, що входять до складу матриці передаточних функцій (МПФ) зерносушарки, була виконана адаптація технології, викладеної в [3].

Основні матеріали дослідження. Так як один з вихідних сигналів об'єкта (висота киплячого шару h) в процесі сушіння виміряти прямим методом неможливо, то спочатку було синтезовано систему спостереження F , яка дає оцінку зміни висоти киплячого шару h за рахунок вимірювання кінцевої вологості w . Застосування випереджувача Сміта $R(s)$, який включається паралельно до послідовного з'єднання ЗКШ з МПФ $W_{об}(s)$, системи вимірювання $K(s)$ та спостерігача $F(s)$, показано на рис. 2

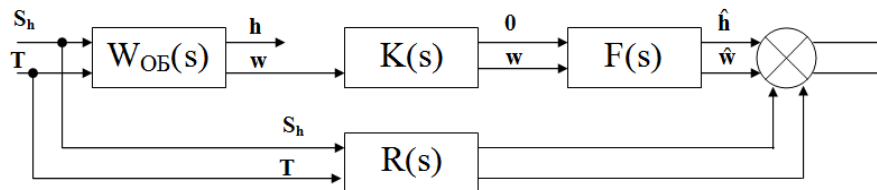


Рис. 2. Структурна схема фізичної реалізації компенсації випереджувачем Сміта
Тоді технологія компенсації запізнень випереджувачем Сміта, адаптована до нашого випадку буде полягати у наступному:

1. визначити МПФ послідовного з'єднання $W_{сист}(s) = W_{об}(s)K(s)F(s) = P^{-1}M$;

- представити $W_{СИСТ}(s)$ у вигляді $W_{СИСТ}(s) = P^{-1}M$;
- розкласти $W_{СИСТ}(s) = P^{-1} \sum_{i=1}^n M_i$, що відповідає кількості запізнень в МПФ $W_{СИСТ}(s)$;
- представити кожен складову $P^{-1}M_i$ у вигляді рівняння стану (РС) і визначити матриці А, В, С, D;
- сформувати матриці А, В, С, D, що відповідають $W_{СИСТ}(s)$ за правилом

$$A = \begin{bmatrix} A_i & O_n & O_n & O_n \\ O_n & A_i & O_n & O_n \\ O_n & O_n & \dots & O_n \\ O_n & O_n & O_n & A_n \end{bmatrix}; \quad C = [C_i, C_{i+1}, \dots, C_n];$$

$$\sum_{i=1}^n B_i e^{-\tau_i s} = B_i e^{-\tau_i s}; B_{i+1} e^{-\tau_{i+1} s}; \dots; B_n e^{-\tau_n s}$$

$$\sum_{i=1}^n D_i e^{-\tau_i s} = D_i e^{-\tau_i s} + D_{i+1} e^{-\tau_{i+1} s} + \dots + D_n e^{-\tau_n s}.$$

- виконати підстановку знайдених матриць у формулу для розрахунку структур і параметрів компенсатора

$$R(s) = \sum_{i=0}^l C_i e^{-\tau_i s} (sE_n - \sum_{i=0}^l A_i e^{-\tau_i s})^{-1} \cdot (\sum_{j=0}^r B_j - \sum_{j=0}^r B_j e^{-\tau_j s}) + (\sum_{j=0}^r D_j - \sum_{j=0}^r D_j e^{-\tau_j s})$$

- виконати перевірку правильності переходу від МПФ до РС у вигляді

$$W(s) = C(sE_n - A)^{-1} \sum_{i=1}^n B_i e^{-\tau_i s} + \sum_{i=1}^n D_i e^{-\tau_i s}$$

- знайти МПФ еквівалентної системи, що вміщує випереджувач Сміта

$$W_e = W_{СИСТ}(s) + R(s)$$

Адаптація відомої методики розрахунку структури і параметрів МПФ випереджувача Сміта полягає у наступному: для повноти оцінювання вихідних сигналів був заздалегідь спеціально розрахований спостерігач F(s), а послідовне з'єднання ЗКШ, датчика вологості і системи спостереження ($W_{СИСТ}(s)$) було перетворено з матричного опису у опис в рівняннях стану (РС).

Висновок. Впровадження адаптованої технології, викладеної вище, гарантує компенсацію запізнень в структурі системи автоматичного керування і дозволить в подальшому застосувати програмні алгоритми, розроблені для систем без запізнення.

Список використаних джерел:

- Визначення структури і параметрів математичної моделі зерносушильної установки з киплячим шаром в реальних експлуатаційних умовах/ С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скриннік // Збірник наукових праць КНТУ.– Кіровоград: КНТУ, 2008.– С. 345-349.
- Оцінювання висоти дисперсного матеріалу при неповних вимірюваннях вихідних сигналів зерносушильної установки з киплячим шаром/ С.І. Осадчий, М.О. Калита, І.О. Скриннік // Збірник наукових праць КНТУ.– Кіровоград: КНТУ, 2010.– С. 209-212.
- Решение задачи синтеза системы автоматического управления многосвязным объектом с запаздываниями / А.З. Асанов, В.С. Каримов // Вестник УГАТУ, Управление, ВтиИ.– Уфа: УГАТУ, 2009.– т.13, №2(35).– С. 24-35.

УДК 636.085.002.61

ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ НВЧ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ КОМБІКОРМУ

Лобода О.І., к.т.н., доцент

e-mail: aleks_loboda@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. За результатами узагальнених досліджень щодо вдосконалення процесу знезараження комбікорму в електромагнітному полі надвисокої частоти виникає необхідність в розробці керуючого комплексу.

Основні матеріали дослідження. Знезараження комбікорму в досліді проводилося в псевдозрідженому шарі при направленому опроміненні на нього електромагнітного поля НВЧ, генератор якого був встановлений над шаром. Для цього сконструйована установка, блок-схема якої представлена на рис. 1.

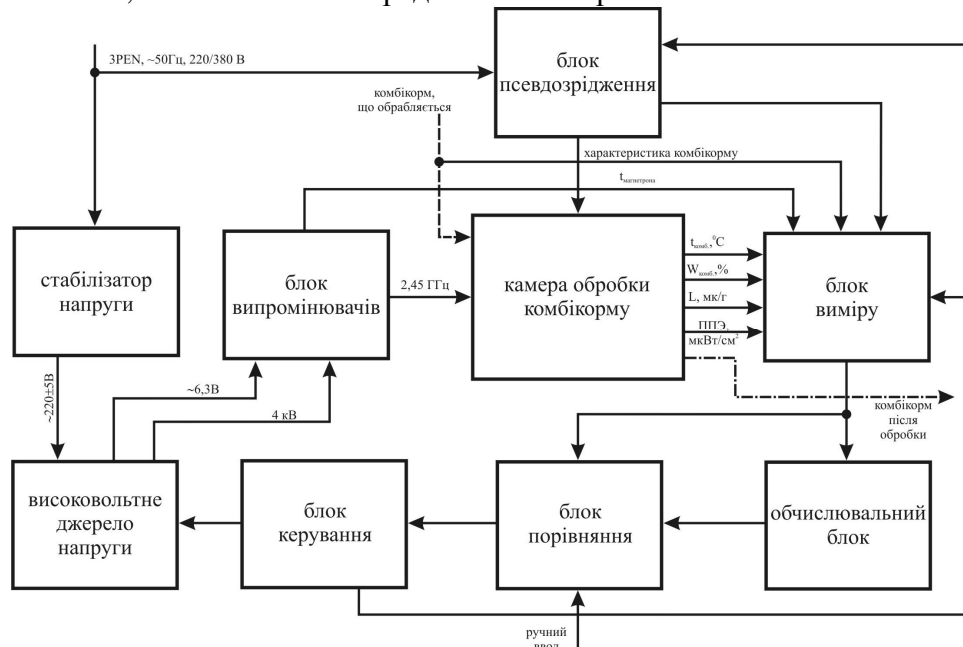


Рис. 1. Блок схема електротехнічного комплексу знезараження комбікорму в псевдозрідженому шарі

Установка складається з камери обробки комбікорми, блоку псевдозрідження та створення киплячого шару комбікорму, НВЧ-блоку, забезпеченого генератором потужністю 800 Вт, стабілізованого джерела живлення, блоку формування високої напруги та системи керування, що складається у свою чергу з: блоку вимірювання (вологість і температура комбікорми, температура магнетрона, значення загальної обсіменіння, значення електромагнітного поля поза камери обробки комбікорму), блоку керування, блоку обчислення і блоку порівняння.

Технологічно процес знезараження комбікорму доцільно проводити в період його виготовлення, але тим не менше, знайти на змонтованій установці оптимальне місце для пристрою знезараження, що відповідає вимогам заходів безпеки обслуговуючого персоналу і доступність в обслуговуванні, з мінімальними матеріальними і трудовими витратами практично неможливо.

З іншого боку, одна з важливих вимог до якості виготовлення комбікорму - од-

норідність суміші (не менше 95%).

Для спільного вирішення цих двох проблем одночасно передбачається застосувати установку НВЧ знезараження комбікорму в псевдозрідженому шарі.

Отримані результати використані при розробці і проектуванні НВЧ-установки безперервної дії для знезараження комбікорму. Дослідно-промислова установка безперервної дії представлена на рис. 2.



Рис. 2. Дослідно-промислова установка НВЧ знезараження комбікорму в псевдозрідженому шарі

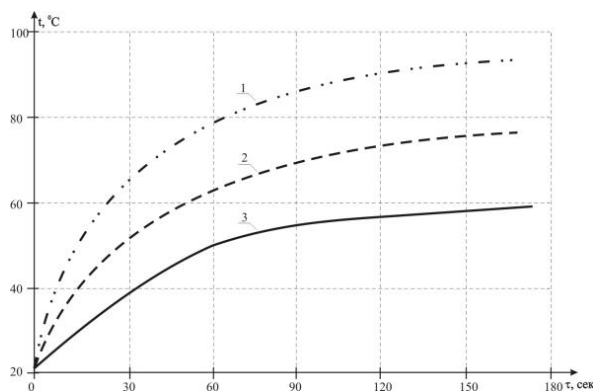


Рис. 3. Криві нагріву комбікорму в камері знезараження: 1 - на поверхні; 2 - на глибині 0,03 м; 3 - на глибині 0,07 м

Для вимірювання температури комбікорму по довжині камери встановлені десять термопар, які дозволяють вимірювати температуру комбікорму при його русі на глибинах 0,03 та 0,07 м. Результати наведені на рис. 3.

Висновки. Представлена блок схема електротехнічного комплексу знезараження комбікорму в ЕМП НВЧ. Встановлено, що температура в шарі комбікорму, що відповідає знезараженню, досягається за 60...90 секунд перебування комбікорму в зоніопромінення, що відповідає швидкості руху, рівною 0,013...0,009 м/с. Така швидкість забезпечить продуктивність установки рівну 2312 - 1537 кг/год.

Література.

1. Діордієв В. Т. АСУ процесом НВЧ – знезараження комбікормів у псевдозрідженому шарі / В. Т. Діордієв, О. І. Лобода // Електрифікація та автоматизація сільськогосподарства, №1, 2003. - с. 65-69.
2. Диордиев В.Т. Обоснование параметров аэрожелоба устройства СВЧ – обработки комбикормов в транспортируемом псевдоожигенном потоке / В.Т. Диордиев, А.И. Лобода // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Вип. 19. - Мелітополь, ТДАТА, 2004. - с. 132- 139.
3. Діордієв В. Т. Ефективність впровадження автоматизації процесів виробництва комбікормів в умовах господарства / В. Т. Діордієв, О. І. Лобода // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Вип. 24. Наукове фахове видання. - Мелітополь, ТДАТА, 2004. - с. 132-138.

УДК 664.72.05

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ПЕРЕДПОСІВНОЇ АЕРОЗОЛЬНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ

Новіков Г.В., керівник ПП «АСКОН»

e-mail: asv@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація – розглянуто шляхи удосконалення технологічного обладнання для передпосівного обробітку зернових у протруйниках насіння живильним розчином, в умовах електростатичного поля, електротехнологічний комплекс розглянуто як об'єкт керування.

Постановка проблеми. Аграрний сектор забезпечує продовольчу безпеку та продовольчу незалежність України, формує 17% валового внутрішнього продукту і близько 60% споживчого фонду населення [1]. «Пріоритетні завдання аграрної науки України» [2] позначають наступні можливі шляхи розвитку галузі: розробка екологічно та економічно орієнтованих систем інтегрованого захисту рослин від шкідливих організмів; оздоровлення насіннєвого матеріалу; розробка екологічно безпечних, економічно вигідних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур для отримання високоякісної продукції.

У свою чергу метою інкрустації насіння є захист молодих сходів рослини в цілому від бактеріальних збудників, грибних і вірусних захворювань, забезпечення стартовою дозою мікро- і макроелементів для подальшого розвитку і врожайності [3]. Збагачення насіння мікроелементами та біологічно активними речовинами за допомогою інкрустації насіння захисно-стимулюючими складами - найбільш доступний спосіб підвищення інтенсивності біохімічних перетворень в проростаючих насінні, а також стимуляція проростання і розвитку рослин.

У контексті сказаного вище слід розглянути симбіоз використання сучасних препаратів стимулювання та захисту насіннєвого матеріалу і електротехнологій. Потрібні нові технології та обладнання, побудоване за раціональним принципам і вигідно відрізняється від існуючого, що дозволяє забезпечити рівномірність хімічної обробки і знизити витрату препаратів.

Постановка завдання. Обґрунтовано використання протруйників насіння та розглянута їх робота, як об'єкту автоматизації, виокремленні параметри контролю та регулювання, а також представлені шляхи їх подальшого удосконалення.

Основні матеріали дослідження. Огляд технічних рішень по конструкціях пристроїв інкрустації, адаптованих для використання в поточних технологічних лініях, показав, що пропонувані пристрої мають ряд технологічних недоліків і не дозволяють реалізувати заходи щодо забезпечення рівномірності покриття насіння виходячи з економічної витрати розчину. Виконано аналіз пристроїв, які дозволяють реалізувати різні режими обробки насіннєвого матеріалу.

Виділимо деякі технологічні недоліки розглянутих пристроїв інкрустації. Пристрої сприяють травмування зерна шнековими органами, що може призвести до зниження якісних показників посівного матеріалу, налипання зволоженого зерна на стінках робочих бункерів, що може призвести до склепування над випускними отворами. Більшість розглянутих пристроїв мають необхідність у подальшому досушуванні обробленого зерна. Пристрої, які забезпечують найбільш «лагідний» режим обробки

зерна, мають складну конструкцію, що знижує можливість його впровадження в діючу технологічну схему виробничого процесу.

У свою чергу аналіз розробок нових способів і технологій інкрустації насіння і досвіду використання в різних умовах існуючих вітчизняних і зарубіжних пристроїв показує, що основним критерієм при їх створенні є не скільки зниження норм витрати робочого розчину, скільки втрати при інкрустації і вплив на рівень забруднення навколишнього середовища хімічними речовинами. Тому одним з реальних шляхів підвищення якості обприскування та приведення його у відповідність до вимог екологічної безпеки є застосування сильних електричних полів для електризації та осадження диспергової речовини на оброблюване насіння.

При електростатичному обприскуванні можливо осадження до 90% крапель, оскільки електростатична сила (сили кулонівського тяжіння) впливає на дрібні краплі набагато активніше, ніж сили земного тяжіння (гравітація). В установках з коронуючим способом передачі електричного заряду (рис. 1) відбувається механічне дроблення потоку робочої рідини за допомогою спеціальних розпилюють наконечників і комбінованих повітряно-рідинних сопел. Контролюється рівень розчину у баку, величина вихідної напруги, тиск та подача повітря і розчину.

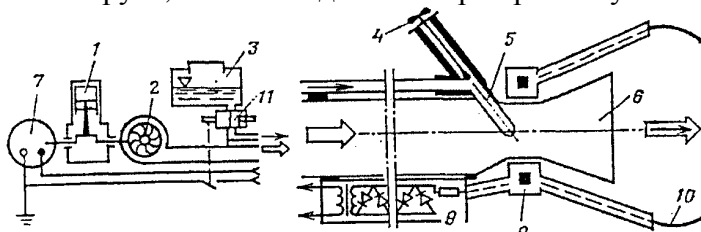


Рис. 1. Схематичне зображення електростатичного обприскувача з дробленням струменя потоком повітря і зарядом частинок в коронуючому полі: 1 – двигун; 2 - відцентровий вентилятор; 3 - бак обприскувача; 4 - регулятор витрати рідини; 5 - форсунка; 6 - сопло; 7- електричний генератор; 8 - перетворювач напруги; 9 - високовольтний електрод; 10 - тонкий електрод; 11 - регулювальний кран.

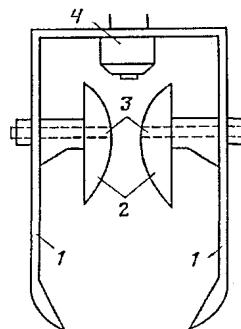


Рис. 2. Приставка для заряду насіння зернових при їх подачі у корону оприскувача: 1 - кожух; 2 - куполоподібні накладки; 3 - електроди; 4 - дозатор зерна.

Для досягнення рівномірності покриття необхідно проводити зарядження самого насіння (рис. 2). Причому знак статичного заряду повинен бути протилежним за знак заряду розчину.

Висновки. У результаті аналізу пристроїв хімічної інкрустації насіння запропоновано напрям удосконалення технологічного процесу на основі застосування елеткроаерозолей. Завданням подальших досліджень є обґрунтування конструктивних параметрів комбінованого інкрустатора, режимів обробки і системи управління в умовах агротехнічної, технологічної та економічної доцільності.

Література.

1. Державна служба статистики [Електронний ресурс] / Офіційний веб-сайт – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua
2. Пріоритетні завдання аграрної науки України[Електронний ресурс] / [Зубець М.В., Ситник В.П., Безуглий М.Д. та ін.]. – К.: ННЦ "Інститут аграрної економіки", 2008. – 32с. – Режим доступу: http://www.agroin.org/programi/prioritet_2008.pdf.
3. Смелик В.А. Предпосевная обработка семян нанесением искусственных оболочек / В.А. Смелик, Е.И. Кубеев, В.М. Дринча. – СПбГАУ, 2011. – 272 с.

УДК 004.94:681.5

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРНИМ КОМПЛЕКСОМ

Кашкар'юв А.О., к.т.н., доцент
Таврійський державний агротехнологічний університет

e-mail: anton_kashkarev@mail.ru

Анотація - запропоновано спосіб поетапного удосконалення елеваторних комплексів на основі функцій моніторингу та діагностування реалізації технологічного процесу.

Постановка проблеми. Сумісно з Діордієвим В.Т., автором була опублікована серія робіт [1-4], в яких засобами інформаційного забезпечення організаційно-технічним комплексом виробництва комбікормів розширено функції моніторингу автоматизованої системи керування (АСК), забезпечивши за рахунок цього підвищення якості продукції та продуктивності, зниження питомих витрат енергії та сировини, із запобіганням аварій. В основу досліджень покладено концепцію мереж Петрі, згідно якої досягнення поставлених завдань відбулося за рахунок розробки та впровадження АСК на основі еталонної мережної моделі, а реалізація функції моніторингу – протоколюванням керуючих впливів та процесів часовими діаграмами та розміткою мережної моделі.

Через відсутність технічних засобів діагностування та концентрацію прийняття рішень програмним забезпеченням для стаціонарних комп'ютерів при практичному впровадженні були виявлені суттєві недоліки, які дозволяють впроваджувати пропоновані заходи тільки для нових або наново спроектованою АСК.

В свою чергу, господарства, які користуються застарілим технологічним обладнанням мають АСК, які не дозволяють реалізувати сервісні функції для ефективного ведення діяльності (облік ресурсів та товару, моніторинг стану обладнання, звітність). Господарства, які використовують елементи технологічної лінії закордонного виробництва не завжди у повному обсязі освоюють їх технологічний та сервісний потенціал [3]. Також, елеваторний комплекс є пожежовибухонебезпечним, що вимагає сертифікації технологічного обладнання, технічних засобів автоматизації, кваліфікації осіб, які приймають управлінські рішення на етапах виконання проектних робіт. Крім того, інжинірингові компанії зацікавлені у меншій собівартості власних послуг. Тому надається опціональний пакет функцій АСК на вибір замовника, що призводить до зосередження функцій моніторингу у оператора. Враховуючи наведений матеріал можна зрозуміти, що без розробки відповідних технічних засобів автоматизації, які дозволять отримати відповідну вхідну інформацію, дозволять інтегруватись у діючу АСК та будуть доступними і зручними у монтажу.

Постановка завдання. Визначити технічні засоби вводу дискретної інформації про роботу виконавчих елементів та давачів з метою забезпечення поетапної модернізації діючих елеваторних комплексів.

Основні матеріали дослідження. В результаті огляду літературних джерел та патентних фондів була зосереджена увага на безконтактних логічних вимірювачів напруги та струму [7, 8]. Це обумовлено різноманіттям інтерфейсів керування силового обладнання та засобів зв'язку з об'єктом. У межах поставлених завдань доцільна індикація небезпечних рівнів електричного поля, для визначення якого найчастіше використовують найпростіші безконтактні індикатори. Дані пристрої можуть визначати наявність

електростатичних потенціалів. Ці потенціали небезпечні для багатьох напівпровідникових приладів (мікросхем, польових транзисторів); найменша іскра від статичної електрики може викликати вибух пилового або аерозольної хмари. Індикатори також можуть дистанційно визначати наявність електричних полів високої напруженості (високовольтні й високочастотні установки, електросилове високовольтне встаткування). Чутливим елементом таких пристроїв є польові транзистори. Зміну струму через польовий транзистор відбиває стан оптопар. Індикатор (рис. 1, а) містить три деталі: польовий транзистор VT1 - датчик електричного поля; стабілітрон VD1 - елемент захисту польового транзистора; VD2 – логічний вихід; R1 – регулятор чутливості. Відрізок товстого ізоляваного проводу є антеною WA1 (довжина 10...15 мм).

У давачі (рис. 1, в) використано дві оптопари. При відсутності електричного поля, опір каналу джерело-стік VT1 великий. Струм протікає через VD3 (гілка може мати додатковий опір). При збільшенні напруженості поля опір каналу джерело-стік VT1 спадає. Відбувається переключення на оптопару VD2.

Для давачів АСК, що працюють, на зниженій напрузі і слабкострумовими сигналами застосовуємо датчики Холу з логічним виходом [7]. Логічні давачі Холу (ЛДХ) використовуються для вимірювання струму в межах від до тисяч амперів. Найважливішою їх перевагою є відсутність електричного зв'язку з колами керування. Забезпечити високу чутливість та знизити зовнішні впливи дозволяє магнітопровід у формі тороїду з прорізом, в який встановлюється ЛДХ (рис. 2). При цьому все поле зосереджується у прорізі, а зовнішні впливи майже відсутні.

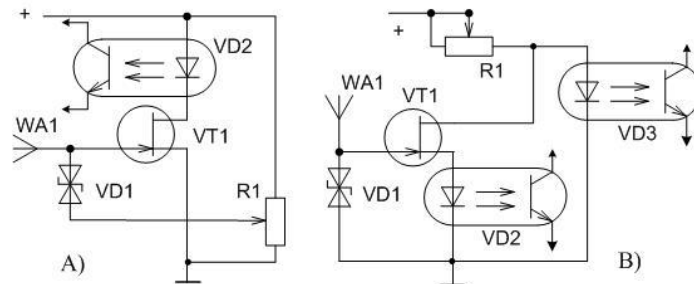


Рис. 1. Схема індикатору електричного поля з регульованою чутливістю на спрацювання (а) та очікування (в)

Індукцію у прорізі можна орієнтовно визначити за співвідношенням [7]

$$B \approx 6,9 \left[\frac{\text{Гаус}}{\text{А}} \right] \cdot I$$

де I – струм спрацювання давача, А.

Дана конструкція (рис. 2) не дозволяє вимірювати малі значення струмів, що пов'язано з обмеженою чутливістю ЛДХ по вхідному шуму. Чутливість давачів може бути чутливо збільшена використанням підсилювача вхідного не фільтрованого сигналу, або багатовитковою конструкцією (рис. 3). У першому випадку ускладнюється будова схемного рішення, а у другому – зростає інерційність показань та індуктивність чутливого елемента (для спрацювання давача при струмі 10 мА необхідно намотати 150 витків). Тому, визначати тип виконання давачів необхідно у кожному випадку окремо, залежно віта діапазону д задач вимірювання і умов експлуатації.

У багатовитковому ЛДХ (рис. 4) В дорівнює [7]

$$B \approx 6,9 \cdot n \cdot I,$$

$$B \approx 12,57 \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot I/d,$$

де n – кількість витків, шт.;

d - відстань до центру чутливого елемента давача Хола, м.

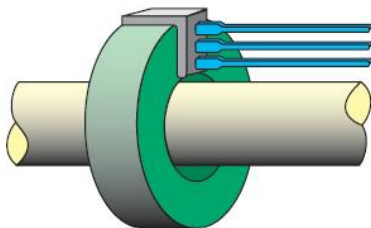


Рис. 2. Конструкція давача малих струмів на основі ефекту Хола

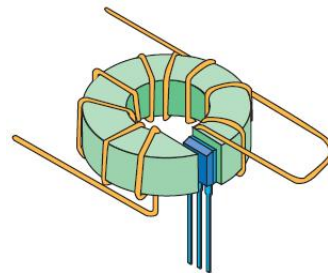


Рис. 3. Багатовиткова конструкція логічного давача Холу

Висновки. Для забезпечення економічної привабливості результатів досліджень з розширення функцій моніторингу та діагностування ОТК ВК та спрощення і уніфікації практичного впровадження доцільно використовувати безконтактні давачі електричного поля та струму. Це дозволить реалізувати пропоновані функції, а й знизити ушкодження обладнання статичною напругою та ураження персоналу струмом.

Список використаних джерел.

1. А.с. 36841 України. Комп'ютерна програма "MiniAPSCCombi" / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв / Заявник та власник ТДАТУ. - №37087; заявл. 08.12.2010; опубл. 08.02.2011.
2. Діордієв В.Т. АСК технологічними комплексами виробництва комбікормів у контексті наскрізного алгоритму керування виробництвом [Текст] / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 117. – С. 125-128.
3. Діордієв В.Т. Ідентифікація режиму роботи елементів технологічних комплексів виробництва комбікормів [Електронний ресурс] / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв // Науковий вісник ТДАТУ. - Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - Вип. 1, Т. 1. - Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau>
4. Діордієв В.Т. Функціональність АСК технологічним комплексом виробництва комбікормів [Електронний ресурс] / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв // Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 1, Т. 2. – Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau>
5. Кашкар'юв А.О. Розробка автоматичної системи керування організаційно-технічними комплексами виробництва комбікормів на основі мереж Петрі / А.О. Кашкар'юв // Вестник Херсонского национального технического университета. – Херсон: Олди-Плюс. – Вип. 44. – С. 354-359.
6. Пат. №54511 Україна. МПК⁹ A23N 17/00, G06Q 10/00 . Спосіб автоматизованого керування технологічним процесом виробництва комбікорму / В.Т. Діордієв, А.О. Кашкар'юв / Заявник ТДАТУ. - № u201006332; заявл. 25.05.2010; бюл. №21/2010.
7. Полищук А. Некоторые применения линейных интегральных датчиков Холла [Электронный ресурс] / А. Полищук // Компоненты и технологии. – 2006, - №7. – Режим доступа: http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2006_7_96.php
8. Самоучитель по схемотехнике [Электронный ресурс] // Техническая библиотека lib.qrz.ru. – Режим доступа: <http://lib.qrz.ru/node/1000>.

УДК 631.23+004.94+51-74

РОЗРОБКА ТА ВЕРІФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ З ВРАХУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДІЄНТУ ПАРАМЕТРІВ

Сабо А.Г., к.т.н., доцент

e-mail: andrii.sabo@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація: Представлено розробку моделі динаміки мікроклімату для аркової теплиці з високим дахом та з вентиляцією через вікна верхньо-бічного розташування. Модель типу «чорного ящика» на основі дворівневої структури (для повітря в зоні розташування рослин та для над цією зоною в теплиці) побудована та оцінена на основі експериментальних даних. Модель засновано на базових фізичних рівняннях принципах і обрана з набору лінійних систем, що описуються змінними стану з дискретним часом на основі методів ідентифікації підпростору з використанням пакету прикладних програм MATLAB. При верифікації моделі похибка склала менше 9%, що є добрим показником для нескладної лінійної системи.

Постановка проблеми. При моделюванні динаміки мікроклімату в теплиці завжди намагаються знайти компроміс між складністю моделі та її точністю. Останнім часом в країні все більше розповсюджуються високі теплиці аркового типу, для яких характерним є наявність помітного вертикального градієнту параметрів мікроклімату (насамперед температури та вологості), для яких поки що не розроблено достатньо точної і разом з тим простої моделі, придатної для застосування на практиці. Тому постає задача розробки простої моделі на основі базових фізичних законів, яка б враховувала наявність вертикального градієнту в зазначених теплицях і перевірки її точності.

Формулювання цілей. При розробці зазначеної вище моделі ставиться задача створити лінійну модель невисокого порядку на основі базових фізичних законів методом вибору на основі експериментальних даних з інваріантних тимчасових моделей стану з наступною верифікацією моделі на іншому наборі таких даних.

Основні матеріали дослідження. Відправним пунктом для побудови моделі є використання базових фізичних законів для температури та вологості для двох обсягів повітря, де індексом 1 позначено повітря в шарі рослин в теплиці, який повністю обіймається обсягом повітря в теплиці, позначеним індексом 2, де має місце обмін повітрям між зазначеними обсягами, а також між обсягом 2 та середовищем 3, а саме:

$$C_1 \frac{dT_1}{dt} = Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4; C_2 \frac{dT_2}{dt} = Q_3 - Q_5,$$

де $C_{1,2}$ та $T_{1,2}$ – відповідно теплова ємність та температура підпросторів 1,2; $Q_{1,2,3,4,5}$ – відповідно теплові потоки 1 – від сонячної радіації, 2 – через покриття, 3 – між ґрунтом та повітрям, 4 – через вентиляцію.

$$V_1 \frac{dH_1}{dt} = M_1 - M_2; V_2 \frac{dH_2}{dt} = M_1 - M_2 + M_3,$$

де $V_{1,2}$ та $H_{1,2}$ – відповідно ефективні ємності та абсолютна вологість підпросторів 1,2; $M_{1,2,3}$ – відповідно потоки вологи 1 – від рослин, 2 – осідання на покритті та рослинах, 3 – через вентиляцію.

Наведені рівняння є взаємно незалежними диференціальними рівняннями, що відповідають моделі мікроклімату в теплиці в змінних стану. Для пошуку лінійної дискретної стаціонарної моделі для мікроклімату в теплиці без додаткового опалення в просторах стану для кількох вхідних та вихідних змінних повинні використовуватися ефек-

тивні та надійні алгоритми [1-3]. Приймаємо як базову параметричну модель - систему диференційних рівнянь першого порядку

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_k + \mathbf{w}_k; \mathbf{y}_k = \mathbf{C}\mathbf{x}_k + \mathbf{D}\mathbf{u}_k + \mathbf{v}_k$$

де \mathbf{u}_k – вхідний вектор процесу, \mathbf{x}_k – вектор стану процесу, \mathbf{y}_k – вихідний вектор процесу, \mathbf{w}_k та \mathbf{v}_k – векторні масиви стохастичних невимірюваних змінних, що відображають шум у процесі та вимірюваннях відповідно (всі - на момент k).

Вказані змінні прийняті відповідними білому шуму першого порядку. Матриці \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{C} , \mathbf{D} описують модель просторів стану. На основі розгляду процесу як сигналу, що проходить крізь канал зв'язку з білим шумом [3] було ідентифіковано структуру моделі як:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B} \begin{pmatrix} H_3 \\ T_3 \\ Q_1 \end{pmatrix} + \mathbf{w}_k; \begin{pmatrix} H_2 \\ T_2 \\ H_1 \\ T_1 \end{pmatrix} = \mathbf{C}\mathbf{x}_k + \mathbf{D} \begin{pmatrix} H_1 \\ T_1 \\ Q_1 \end{pmatrix} + \mathbf{v}_k.$$

Для визначення параметрів моделі використовувався пакет Matlab [3,4], за допомогою якого з використанням експериментальних даних (2220 точок часу, що відповідають біля 180 годинам зняття експериментальних даних) було визначено, що достатній порядок моделі буде $n=3$, а потім визначено параметри моделі на основі використання ідентифікаційного алгоритму визначення у підпросторах при сполученні стохастичних та детермінованих змінних [1,3]. Модель при отриманих таким чином параметрах при симуляції у порівнянні зі згаданими вище експериментальними даними продемонструвала відхилення в межах: відносна середньоквадратична похибка складала за температурою 6,0%, за вологістю – 4,1%. Для перевірконого набору експериментальних даних (1830 точок часу, що відповідають біля 160 годинам зняття експериментальних даних) модель дає такі відхилення від реальних даних: відносна середньоквадратична похибка за температурою 8,8%, за вологістю – 7,3%. Найбільші відхилення відповідали точкам фазового переходу (вологість була близькою до 100%, що відповідає випадінню крапельної вологи), де проявляється нелінійність, що є критичним моментом для лінійної моделі.

Висновок. Розроблена модель дозволяє доволі точно передбачати зміну параметрів мікроклімату і може бути взятою за основу при розробці системи управління мікрокліматом в високих аркових теплицях.

Список використаних джерел.

1. Льюнг Л. Идентификация систем. Теория для пользователя / Л. Льюнг. - М.: Наука, 1991. - 432 с.
2. Körner, O., Challa, H., Temperature integration and process based humidity control in chrysanthemum / O. Körner, H. Challa // Computers and electronics in agriculture, No. 43, 2004. - pp. 1–21.
3. Горячкин О.В. Методы слепой обработки сигналов и их приложения в системах радиотехники и связи / О.В. Горячкин. – М.: Радио и связь, 2003. – 230 с.
4. Андриевский Б.Р. Избранные главы теории автоматического управления с примерами на языке Matlab / Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков. - СПб.: Наука. 2000. - 475 с.

УДК 631.371:621.31

ЗАСТОСУВАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ

Гомонець О.П., інженер

e-mail: modetex@yandex.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. В загальному випадку можна виділити два основних етапи оцінювання параметрів сигналів пристрою газорозрядної візуалізації (ГРВ) за допомогою інформаційно-вимірювальних систем (ІВС): швидке (експрес) та детальне дослідження. Зазначені дослідження можна здійснювати для сигналів з пристрою

Сучасні ІВС для оцінювання параметрів сигналів як правило функціонують у режимі однократних вимірювань, при цьому не враховуються додаткові інформативні параметри точок, наприклад, наявні у них “піки” [1]. Також як правило не здійснюється попереднє оцінювання станів окремо виділеної групи вимірювальних точок. Описана ситуація визначає актуальність здійснення досліджень щодо усунення зазначених недоліків.

Основні матеріали дослідження. Основними етапами обробки в часовій області для сигналів, форма яких має деяку стійку структуру, є:

1. Фільтрація.
2. Кускова апроксимація.
3. Сегментація за часовими властивостями сигналів.
4. Виділення характерних точок сигналу (екстремумів, точок перегину, точок перетину базової лінії та ін.).
5. Обчислення за характерними точками різноманітних похідних параметрів, в тому числі й ознак форми.
6. Статистичний аналіз послідовності класифікованих фрагментів.
7. Структурний аналіз.

Попередня обробка сигналу включає в себе аналогові та цифрові перетворення, найважливішими з яких є згладжуюча фільтрація, режекторна фільтрація для уникнення наводок, смугова фільтрація для шумоподавлення та деякі спеціальні операції: корекція базової лінії, фільтрація коротких імпульсних завад, автоматичне регулювання підсилення та ін. Ці операції можуть бути виконані як аналоговими, так і цифровими методами [3-5]. При аналізі вихідних сигналів пристрою газорозрядної візуалізації необхідно відокремити корисний сигнал від фонових шумів, таких наприклад, як завада від кола живлення. Пристроями, що виконують функції усунення небажаних сигналів, є фільтри. При цьому аналогові фільтри обробляють сигнали, що подаються безперервною величиною; цифрові фільтри обробляють в дискретні моменти часу сигнали, перетворені в послідовність чисел, яка може бути оброблена ЕОМ за допомогою створеного програмно алгоритму фільтрації.

Порівняно з аналоговими фільтрами цифрові фільтри мають переваги:

- високий ступінь перешкодостійкості, пов'язаний з використанням цифрових схем;
- точність цифрового фільтра залежить лише від похибки округлення при арифметичних операціях в ЕОМ, тоді як точність в аналогових схемах залежить від допусків елементів схеми і перешкод;

- зміну характеристик цифрового фільтру можна виконати шляхом зміни програми або навіть приймаючи параметри фільтру як вхідні дані для програми;
- напруга живлення, коливання температури та старіння компонентів, які змінюють характеристики аналогових фільтрів, не впливають на програми, що зберігаються в ЕОМ, тому характеристики цифрового фільтру на протязі часу залишаються незмінними.

Фільтрування частіше за все проводиться за рахунок використання наближення за методом найменших квадратів [3,5]. Цей алгоритм реалізує нерекурсивний фільтр нижніх частот шляхом апроксимації значень відліків у вхідній послідовності за допомогою параболічного степеневого ряду. Можна вибрати будь-яку непарну кількість точок для їх наближення кожною параболою. Далі апроксимується параболою кожна група з п'яти точок у вхідній послідовності, з використанням критерію найменшої квадратичної похибки. Для кожної точки використовується апроксимація до цієї точки з урахуванням попередніх 2-х точок і наступних 2-х точок (тому першою точкою обробки є 3-тя точка). У випадку параболічної апроксимації маємо поліном виду:

$$p(nT + kT) = s_0(nT) + ks_1(nT) + k^2s_2(nT), \quad (1)$$

де $p(nT + kT)$ - значення параболі для кожного з п'яти значень k (-2,-1,0,1,2).

Змінні $s_0(nT)$, $s_1(nT)$ та $s_2(nT)$ треба визначити для наближення параболою кожною з п'яти вхідних точок даних.

Наближення досягається шляхом знаходження параболі (коефіцієнтів s_0 , s_1 та s_2), яка найкращим чином апроксимує п'ять точок даних, що оцінюється за найменшою квадратичною похибкою, що може бути виражена наступним чином:

$$\varepsilon(s_0, s_1, s_2) = \sum_{k=-2}^2 \left\{ x(nT - kT) - [s_0(nT) + ks_1(nT) + k^2s_2(nT)] \right\}^2. \quad (2)$$

Мінімальне значення цієї похибки визначається прирівнюванням до нуля її часткових похідних за параметрами параболі:

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial s_0} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial s_1} = 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial s_2} = 0, \quad (3)$$

У результаті отримуємо систему рівнянь:

$$\begin{aligned} 5s_0(nT) + 0 + 10s_2(nT) &= \sum_{k=-2}^2 x(nT - kT), \\ 0 + 10s_1(nT) + 0 &= \sum_{k=-2}^2 kx(nT - kT), \\ 10s_0(nT) + 0 + 34s_2(nT) &= \sum_{k=-2}^2 k^2x(nT - kT) \end{aligned} \quad (4)$$

Для безперервного сигналу $y(t)$ коефіцієнти a_n , b_n та амплітуда α_n n -й гармоніки Фур'є обчислюються за стандартними формулами

$$a_n = \frac{2}{T_n} \int_t^{t+T} y(t) \sin(2\pi n f_n t) dt;$$

$$b_n = \frac{2}{T_n} \int_t^{t+T} y(t) \cos(2\pi n f_n t) dt;$$

$$\alpha_n = \sqrt{a_n^2 + b_n^2}, (n = 1, 2, \dots)$$

де $f_n = \frac{1}{T_n}$ - частота першої гармоніки Фур'є, Гц.

Висновки. Підвищити точність та швидкодію системи для вимірювання сигналів КТ можливо, шляхом введення у її структуру аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на основі надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ), що функціонує за методом порозрядного врівноваження [2]. Це у комплексі дає змогу підвищити точність (зокрема шляхом усереднення отриманих результатів), швидкодію вимірювань та компенсацію динамічних похибок з метою коректної обробки додаткових інформативних параметрів – “пиків”.

Література.

1. Азаров О. Д., Снігур А. В., Розман Г. В., Кручай І. С. Застосування вимірювальної системи для оцінювання параметрів сигналів контрольних точок електричної схеми. Сб. наук. праць. – Суми: СумДУ, 2006. – С 217 – 220.
2. Азаров О. Д. Основи теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2004. – 260 с.
3. Фурно Г. и др. Микрокомпьютерные медицинские системы: Проектирование и применения. Пер. с англ.– М: Мир, 1983 - 546с.
4. Павлов С.В., Кожем'яко В.П., Петрук В.Г., Колісник П.Ф., Марков С.М. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи. – ВДТУ, Вінниця. – 2003. – 142 с.
5. Минцер О.П., Молотков В.Н. и др. Биологическая и медицинская кибернетика. Справочник.- К.:Наукова думка,1986.-374 с.

УДК 004.94:658.01

СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ, ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР У БІОМЕТАН

Шворов С.А., д.т.н., професор

Комарчук Д.С., к.т.н., доцент,

Чирченко Д.В., аспірант,

Охріменко П.Г., аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з важливих секторів відновлювальних джерел енергії у світі є виробництво та енергетичне використання біогазу. Для України загальнодержавним завданням є підвищення виробництва біометану та його введення до *газотранспортної системи за «зеленим тарифом»*. Для подачі біометану в газопроводи у західних країнах вже використовують технологію, за допомогою якої забезпечується відокремлення CO_2 від біогазу. На вітчизняному ринку такі технології мають велику перспективу тому, що в будь-якій точці України є розподільні газові мережі, до яких можна підключитися. При цьому для отримання біометану планується використання не тільки різноманітних відходів з великих ферм, ай вирощування, збір та переробка у біогазових комплексах спеціальних енергетичних культур (ЕК) сільгоспугідь. Одним із напрямків вирішення цієї проблеми є широке застосування спеціальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) щодо організації вирощування, збору та переробки енергетичних культур у біометан.

Метою дослідження є обґрунтування структури бази знань інтелектуальної СППР щодо організації планування вирощування, збору та переробки біомаси у біометан.

Однією з найбільш важливих задач, яка вирішується за допомогою інтелектуальної СППР, є розміщення посівів різних енергетичних культур на спеціально визначеній місцевості з урахуванням геофізичних особливостей для кожної культури. На сьогоднішній день силосна кукурудза є найважливішою культурою для використання в біогазових установках (БГУ). Сьогодні вже є спеціальні сорти кукурудзи для використання в біогазових установках. Із цією метою необхідно за допомогою СППР здійснити: вибір сортів і послідовність їх вирощування на протязі року з високим виходом від кожного сорту органічної сухої маси з гектара; вибір найкращої сполучуваності поживних речовин при їх змішуванні; оптимізацію складових речовин, виходячи з максимального потенціалу утворення метану серед різних культур (наприклад, на основі підвищення вмісту жирів через інтеграцію масляних культур).

Процес планування змісту та часу виконання робіт поділяється на декілька етапів, а саме: сівба ранніх озимих культур та їх збирання; сівба наступних ЕК та їх збирання. Кожний з перерахованих етапів планування має свої особливості, і для їх реалізації доцільно передбачити у СППР відповідну базу даних та знань. Крім того, за допомогою СППР обґрунтовується рішення про доцільність залучення до збирання необхідної кількості збиральних комплексів і транспортних засобів.

За допомогою СППР відпрацьовуються проекти збирання ЕК, обґрунтовуються рішення щодо розподілу технічних засобів (комбайнів та автомобілів) на полях. Залежно від наявності технічних засобів і прогнозованих умов $U^p \in U$ збиральної компанії

генерується множина варіантів $\{V\}$ виконання збиральних робіт. Серед існуючої множини таких варіантів визначають раціональний $v^p \in V$, який забезпечує отримання максимального прибутку (P) від реалізації біометану:

$$P(v^p) = D - (B + Z) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\text{при } u^p \in U,$$

де D, B, Z – відповідно прогнозований дохід від реалізації біометану, втрати v^p -го варіанта збирання, перевезення та переробки ЕК для отримання біометану, грн.

Серцевиною інтелектуальної СППР є її база знань, тому що всі алгоритми функціонування системи ґрунтуються на її знаннях. Згідно з відомими принципами побудови баз знань інтелектуальних систем синтезуємо структуру бази знань СППР і її знання, що в неї входять.

Призначенням бази знань СППР є зберігання сукупності одиниць знань, що представляють собою формалізоване відображення об'єктів (технічних засобів), їх взаємозв'язків і дій над ними, а також знань про процес вирішення задач управління збиральною кампанією.

Для врахування характеру поставлених задач управління збиральною кампанією база знань СППР синтезується у вигляді сукупності трьох рівнів знань (рис. 1).

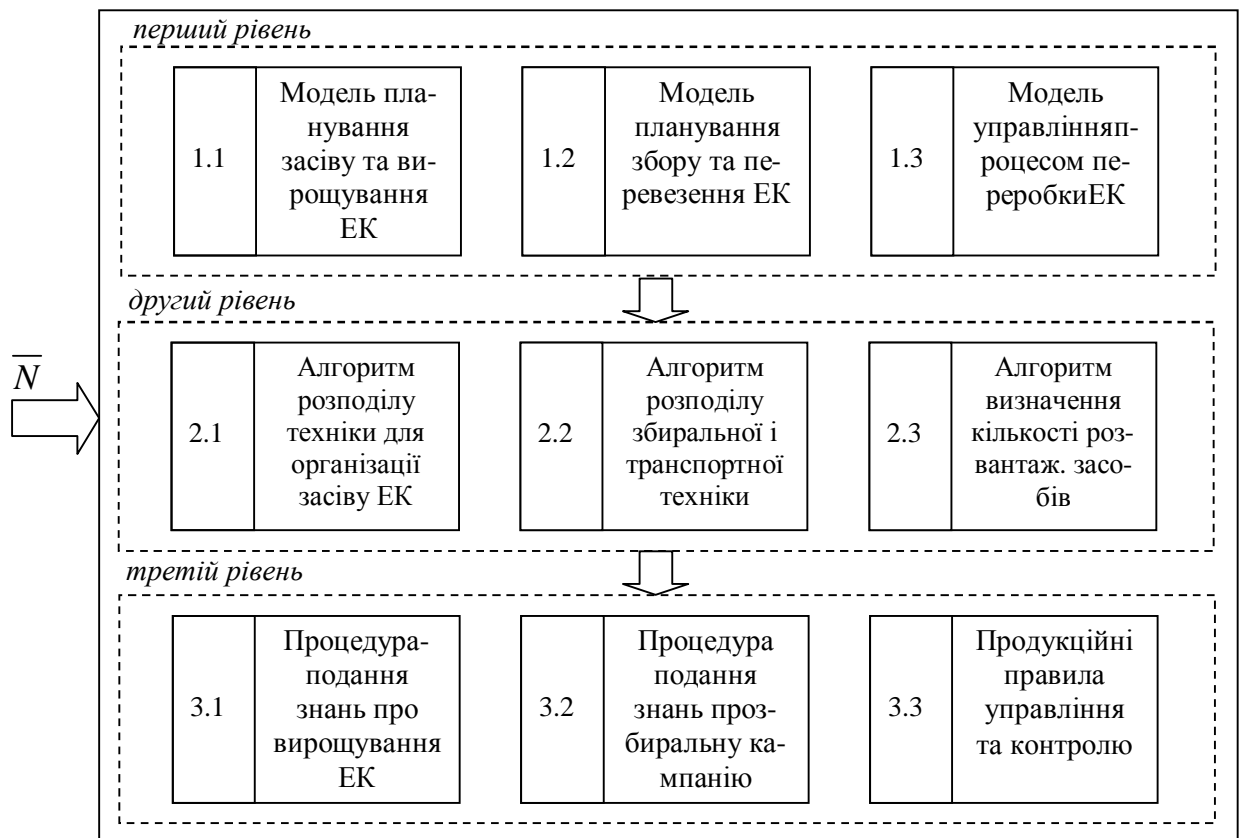


Рис. 1. Структура бази знань інтелектуальної СППР

Перший рівень призначено для зберігання знань з моделювання процесів засіву і вирощування ЕК, збору і перевезення ОС, а також управління переробкою ЕК, що забезпечує вирішення задачі прогнозу показників (1). Крім того, на першому рівні здійснюється постійний моніторинг ділянок з додатковою ОС.

Другий рівень знань містить алгоритми розподілу збиральної та транспортної техніки по полям, а також алгоритми визначення кількості розвантажувальних механізмів на БГУ. Таким чином, другий рівень відповідає за зберігання знань, необхідних для вирішення задач розподілу техніки для організації засіву, вирощування, збирання, транспортування та переробки ЕК. Третій рівень містить знання про процедури вирішення задач планування, контролю й оперативного управління посівною та збиральною кампанією, тобто керуючі знання системи, які необхідні для обґрунтування рішень, що приймаються, для отримання максимального прибутку (*P*).

Таким чином, на основі проведеного аналізу задач управлінської діяльності, що впливають на ефективність виробництва біометану, синтезована структура бази знань системи підтримки прийняття рішень, яка максимально пристосована до вирішення завдань щодо організації планування вирощування, збору та переробки органічної сировини в біометан для його подальшого постачання у розподілену *газотранспортну систему за «зеленим тарифом»*.

УДК 631.436

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА

Вороновский И.Б., к.т.н., доцент

e-mail: voronovsky@list.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Постановка проблемы. Надежность машинно-тракторного агрегата зависит от надежности каждой из подсистем, а также от способа их соединения в общую систему. Мобильный машинно-тракторный агрегат (МТА) представляет собой систему, состоящую из ряда подсистем. К таким подсистемам, выполняющим самостоятельные функции, относится топливная система дизельного двигателя, которая в свою очередь также может быть представлена, как система, состоящая из более мелких подсистем.

Формулировка цели - обоснование влияния надежности топливной системы дизельного двигателя на функциональные характеристики работы МТА в зависимости от износа плунжерных пар ТНВД и загрязненности дизельного топлива.

Основная часть. В зависимости от условий эксплуатации МТА концентрация пыли в воздухе колеблется в широких пределах и в некоторых районах юга Украины достигает 5 г/м^3 . Это отрицательно влияет на работоспособность систем двигателя и топливной аппаратуры. При работе МТА при запыленности воздуха $1,1 \dots 2,5 \text{ г/м}^3$ содержание загрязняющих примесей в топливе, к моменту его выработки, в 2-3 раза больше, чем при заправке. Топливные фильтры тракторных дизелей не обеспечивают достаточной степени очистки топлива от механических примесей, которые проникают к прецизионным деталям топливной аппаратуры [1, 3, 4].

Для моделирования надежности топливных систем различных типов с помощью графов их состояния, использована математическая модель марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем, согласно которой: S_0 – исправное состояние топливной системы; S_1 – выход из строя фильтра грубой очистки; S_2, S_3 – выход из строя фильтров тонкой очистки.

Примем, что поток отказов фильтров простейший и время между отказами в этом потоке распределяется по показательному закону и определяется параметрами интенсивности отказов

$$\lambda = 1/t_{\bar{o}} \quad (1)$$

где $t_{\bar{o}}$ – среднее время безотказной работы фильтра.

По стрелкам вправо систему из состояния в состояние переводят отказы, а по стрелкам влево – ремонты с интенсивностью восстановления

$$\mu = 1/t_p \quad (2)$$

Применяя правило Колмогорова [5], запишем систему дифференциальных уравнений вероятностей состояний топливной системы:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_0}{dt} &= -\lambda_{01} p_0 + \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_1}{dt} &= \lambda_{01} p_0 - \lambda_{12} p_1 + \mu_{12} p_2 - \mu_{10} p_1 \\ \frac{dp_2}{dt} &= \lambda_{12} p_1 - \mu_{21} p_2 - \lambda_{23} p_2 + \mu_{32} p_3 \\ \frac{dp_3}{dt} &= \lambda_{23} p_2 - \mu_{32} p_3 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Полагая левые части равными нулю, получим систему алгебраических уравнений предельных состояний. Используя нормировочное условие: $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 = 1$, а также условие, что при $t = 0$, $p_0 = 1$, получим выражения для определения вероятности нахождения топливных систем в исправном состоянии

$$P_{0П} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10}} + \frac{\lambda_{12}\lambda_{01}}{\mu_{21}\mu_{10}} + \frac{\lambda_{23}\lambda_{12}\lambda_{10}}{\mu_{32}\mu_{21}\mu_{10}}} \quad (4)$$

Применяя аналогичный математический аппарат, получим формулы для определения вероятностей состояний топливной системы с параллельным и комбинированным соединением фильтрующих элементов.

Выполним теоретический расчет вероятностей различных схем топливных систем по формулам (1 ... 4) при единых начальных условиях: - сроки замены фильтров один раз в сезон (шесть месяцев), т.е. $\lambda = 1/6$, при этом интенсивность воздействия на фильтры распределяется неравномерно. Например, для топливной системы с последовательным соединением фильтров тонкой очистки, фильтр грубой очистки подвергается максимальному воздействию загрязнения, т.е. $\lambda_{01} = 3/6$, а последующие два фильтра тонкой очистки с интенсивностью $\lambda_{12} = 2/6$, $\lambda_{23} = 1/6$.

Интенсивность восстановления распределяется аналогично: $\mu_{32} = 1/1 = 1$; $\mu_{21} = 2/1 = 2$; $\mu_{10} = 3/1 = 3$, из расчета, что время на замену одного фильтра составляет один час.

Подставляя приведенные интенсивности λ и μ в формулы (1...4), получим вероятности нахождения топливных систем различных схем соединения фильтров, в исправном состоянии p_0 и вероятности выхода из строя фильтров $p_{1...5}$.

Исходя из полученных теоретических данных следует, что наиболее эффективной системой соединения фильтров следует считать последовательное соединение, состоящее из фильтра грубой очистки и двух фильтров тонкой очистки.

Выводы. 1. Максимальной вероятностью нахождения фильтров в исправном состоянии обладает система с последовательным соединением фильтров, ($p_0 = 0,835$).

2. Увеличение количества фильтров тонкой очистки и включение их в схему топливоподачи параллельно, не увеличивает вероятности исправного состояния системы, такой путь является мало эффективным.

3. Максимальную вероятность отказа из всех фильтров имеет фильтр грубой очистки, особенно при параллельном соединении фильтров тонкой очистки ($p_1 = 0,175$), а затем, на порядок меньше, фильтры тонкой очистки.

Список используемых источников.

1. Григорьев М.А. Обеспечение надежности двигателей / М.А. Григорьев, В.А. Донецкий. – М.: Стандарты, 1978. – 324 с.

2. Дідур В.А. Вплив забрудненості дизельного палива на ефективність використання машинно-тракторних агрегатів (МТА) / В.А. Дідур, В.В. Дідур, І.Б. Вороновський // Праці ТДАТА. – 2005. – Вип. 33. – с. 3-13.

3. Григорьев М.А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях / М.А. Григорьев. – М.: Машиностроение, 1970. – 270 с.

4. Кацук А.С. Практикум по техническому обслуживанию трактора / А.С. Кацук - Глава: ИМЭСХ, 2002.-109 с.

5. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С.Вентцель. - М.: Советское радио, 1972.- 552 с.

УДК 681.518.2

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕНСИВНОСТІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Голик О. П., к.т.н., доцент,

Жесан Р. В. к.т.н., доцент,

Зубенко В. О., к.т.н.

e-mail: dego@ukr.net

Кіровоградський національний технічний університет

Анотація - представлено алгоритм визначення імовірнісних характеристик інтенсивності сонячного випромінювання за допомогою програмного пакету Matlab.

Постановка проблеми. Наразі Україна стоїть на порозі енергетичної кризи. Тому для забезпечення енергетичних потреб та економії енергії все частіше використовують сонячні системи. Перед тим як встановлювати такі системи бажано знати енергетичний потенціал місцевості, де планується їх впроваджувати. Для визначення енергетичного потенціалу необхідно мати статистичні дані з інтенсивності сонячного випромінювання. Як правило, в довідникових матеріалах наводиться інформація про середньомісячні показники. Однак в деяких випадках доцільним є наявність інформації про середньодобове надходження енергії. Зазвичай дану інформацію отримують під час експериментальних досліджень, які тривають значний період (не менше 5 років). Тому для зменшення кількості вимірювань та скорочення часу на дослідження бажано мати аналітичний вираз, що відповідає експериментальним даним.

Постановка завдання. Необхідно на основі отриманих експериментальних даних визначити імовірнісні функції надходження інтенсивності сонячного випромінювання.

Основні матеріали дослідження. Для визначення імовірнісного закону розподілу інтенсивності сонячного випромінювання можна скористатися методикою, наведеною в [1-3]. Там зазначено, що імовірнісному розподілу інтенсивності сонячної радіації (на прикладі Кіровоградського регіону) відповідає експоненційний закон. Однак там не наведено даних щодо середньодобового розподілу інтенсивності сонячного випромінювання за сезонами року.

Пропонується наступна методика для визначення середньодобових імовірних характеристик.

1. Отримання статистичних даних з інтенсивності сонячного випромінювання. Зазвичай статистичні дані можна отримати з метеостанцій або шляхом безпосереднього вимірювання за допомогою відповідних вимірювальних приладів (пірометр, актинометр та ін.). бажано накопичити дані за тривалий проміжок часу (не менше 5 років).

2. Обробка отриманих даних. Побудова середньодобових графіків залежності інтенсивності сонячного випромінювання. Необхідно розподілити отримані дані по годинах протягом доби. Потім визначити середнє значення для кожного місяця або сезону. Можна побудувати окремо середньодобові графіки для кожного місяця або сезону. Таким чином можна отримати один аналітичний вираз, але з різними коефіцієнтами для кожного сезону.

3. Визначення імовірнісних функцій. Для цього можна скористатися програмним пакетом Matlab, а саме Toolboxes Curve Fitting. Спочатку необхідно завантажити експериментальні дані та отримати графіки. Після чого визначити аналітичний вираз,

що відповідає експериментальним даним.

Висновок. Наявність аналітичних функцій імовірності надходження інтенсивності сонячного випромінювання дає змогу скоротити час на обробку статистичних даних та звільняє від необхідності проведенні експериментальних досліджень.

Список використаних джерел.

1. Голик О.П. Визначення закону розподілу інтенсивності сонячної радіації на основі аналізу даних метеоспостережень в Кіровоградському регіоні / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні: зб. наук. статей за матеріали п'ятої міжнар. науково-практичної конф., 02-03 квітня 2009 р., Львів. – Львів: ЛьЦНТЕІ, 2009. – С. 200-205.

2. Голик О. П. Аналіз даних метеорологічних спостережень за інтенсивністю сонячної радіації в Кіровоградському регіоні з метою створення системи автоматичного керування автономним енергопостачанням на основі сонячно-вітрових установок / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. праць Кіровоград. нац. техн. ун-ту – 2009. – Вип. 22. – С. 164-172.

3. Голик О. П. Моделювання, з використанням методу Монте-Карло, інтенсивності сонячного випромінювання, як джерело даних для створення системи автоматичного керування автономним енергопостачанням на основі відновлюваних джерел енергії / О. П. Голик, Р. В. Жесан // Інтелектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук. конф., 18-22 травня 2009 р., Євпаторія. Т. 1 – Херсон: ХНТУ, 2009. – С. 43-47.

УДК 621.316.11

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Заболотный А. П., к.т.н., доцент,

e-mail: zap@zntu.edu.ua

Федоша Д. В., инженер,

Даус Ю. В., аспирант

Запорожский национальный технический университет

В современных условиях роста тарифов и цен на энергоносители агропромышленные комплексы нуждаются в новых источниках электрической энергии (ЭЭ). Это связано с тем, что сельские электрические сети (СЭС), как известно, отличаются большой протяженностью, разветвленностью при сравнительно малой передаваемой мощности, а также использованием низких классов напряжения. В связи с этим наиболее широкое внедрение получают альтернативные источники ЭЭ (АИЭ), такие как: ветер, гелио и малые гидроэлектростанции. Это обусловлено доступностью первичного энергоносителя (солнце, ветер, гидропотенциал малых рек), достаточно высоким уровнем и доступностью технологий по преобразованию последнего в ЭЭ, а также имеющимися экономическими предпосылками для их внедрения. Однако, агропромышленные комплексы при использовании электроустановок на основе АИЭ сталкиваются с рядом проблем. Так, если вопросы оценки потенциала солнечной, ветровой энергии и энергии рек достаточно подробно решены, то при подключении АИЭ к существующей сети возникает задача поиска оптимальных мест их подключения. Чаще всего такие источники генерации подключаются к СЭС несогласованно, что приводит к сложности управления и прогнозирования режимов работы сетей, росту номинальной составляющей потерь ЭЭ.

Для оценки эффективности СЭС по обеспечению потребителей ЭЭ применяется балансовый метод, при этом необходимо учесть величины генерируемой АИЭ ЭЭ и потерь на ее передачу:

$$W_{СЭС} = W_{ПЭ} + \Delta W_T + \Delta W_K - W_{АИЭ} + \Delta W_{АИЭ} \rightarrow \min,$$

где: $W_{СЭС}$ – ЭЭ, которая поступила в СЭС; $W_{ПЭ}$ – ЭЭ потребленная потребителями; ΔW_T – технические потери ЭЭ; ΔW_K – коммерческие потери ЭЭ; $W_{АИЭ}$ – ЭЭ генерируемая АИЭ; $\Delta W_{АИЭ}$ – потери обусловленные передачей ЭЭ генерируемой АИЭ.

Оптимизационная задача поиска минимума данного выражения баланса имеет неопределенность, в виду непостоянства прихода первичного энергоносителя, т.е. величины $W_{АИЭ}$ и $\Delta W_{АИЭ}$ в выражении баланса недетерминированные.

Вывод. Показано, что для поиска оптимальных мест подключения АИЭ к СЭС необходимо осуществлять оценку энергоэффективности структуры СЭС, в процессе которой решается сложная недетерминированная оптимизационная задача, требующая новых подходов к ее решению.

Список использованных источников.

1. Перспективы и пути развития распределенной генерации в Украине / А. В. Праховник, В. А. Попов, Е. С. Ярмолук, М. Т. Кокорина // Энергетика: економіка, технології, екологія. – 2012. – № 2. – С. 7-14. – ISSN 1813-542.

УДК 536.24

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ ЧИСЕЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ТРУБНОГО ПУЧКА

Троханяк В.І., аспірант

e-mail: V1kt0r_T@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація – проведено моделювання процесів тепло- і масопереносу в каналах кожухотрубного теплообмінника з шаховим розміщенням пучків труб. Отримано поля температур у каналі теплообмінника. Проаналізовано умови гідродинамічної течії в каналах та процесів переносу теплоти в цих каналах. В статті запропоновано методику виведення коефіцієнта теплообміну на поверхнях трубного пучка використовуючи пакет прикладних програм ANSYS Fluent.

Постановка проблеми. В літературі розглянуто багато робіт із визначенням коефіцієнта тепловіддачі. Однак надзвичайно мало робіт, де вивчалось комп'ютерне математичне моделювання трубного пучка перехресного току та виведення коефіцієнта тепловіддачі із результатів розрахунку при математичному моделюванні.

Формулювання цілей статті. Моделювання процесів тепло- і масопереносу в каналах кожухотрубного теплообмінника з шаховим розміщенням пучків труб. Визначення коефіцієнта теплообміну на поверхнях трубного пучка використовуючи пакет прикладних програм ANSYS Fluent.

Основні матеріали досліджень. Найпоширенішими конструкціями теплообмінників, які переважно використовуються в енергетичному устаткуванні, є рекуперативні теплообмінники. За своїми конструктивними відмінностями ці теплообмінники розділяються на кожухотрубні та пластинчасті. Кожна з цих конструкцій має свої переваги та недоліки і залежно від гідродинамічних та температурних режимів роботи цих теплообмінників вибирається певний тип теплообмінника.

Розглянемо кожухотрубний теплообмінник із кожухом прямокутного перерізу, в якому розміщені пучки труб в шаховій конфігурації при поперечному їх обтіканні. Пучки труб розділені на три секції, так як він триходовий.

Масова витрата повітря (G_{Inlet}) на вході в теплообмінний апарат становить 1,25 кг/с з початковою температурою $T_{Inlet}=40$ °С. Висота труб – 1 м, їх зовнішній діаметр 10 мм. Товщина стінки 1 мм. Температура на внутрішній поверхні труб в першій секції починаючи від входу трубного пучка 11,46 °С, другої та третьої секції 10,88 °С і 10,3 °С відповідно. Загальна кількість труб в теплообміннику становить 150 шт.

Для отримання адекватних результатів, які б відповідали експериментальним даним використовуючи формулу Ньютона-Ріхмана [1] рекомендуємо наступний метод визначення коефіцієнта теплообміну:

$$a = Q / F \cdot \Delta T \quad (1)$$

Для розрахунку теплового потоку Q складаються рівняння теплового балансу, які базуються на законі збереження енергії. Тепловий баланс [3] виражається рівністю:

$$Q = G_{Inlet} \cdot c_p \cdot (T_{Inlet} - T_{outlet}) \quad (2)$$

де c_p – теплоємність теплоносія, Дж/(кг·К);

T_{Inlet} – задана температура на вході в теплообмінник, °С;

T_{Outlet} – розрахункова температура на виході з теплообмінника, °С;

Різниця температур між стінкою та повітрям, визначається за формулою:

$$\Delta T = \left(\frac{T_{\cdot Inlet} + T_{\cdot outlet}}{2} \right) - T_{W.T.} \quad (3)$$

де $T_{W.T.}$ – розрахункова температура на зовнішній стінці труби, ($T_{WALL TEMP. (OUTER SURFACE)}$) $^{\circ}C$.

Таким чином, з розрахунків комп'ютерного математичного моделювання отримані результати, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Результати дослідів.

Параметри	Результат	Параметри	Результат
Величина теплового потоку, Вт	26486	Температура на виході з теплообмінника, $^{\circ}C$	19
Швидкість повітря в найвужчому перерізі каналу, м/с	30,7	Різниця температур між стінкою та повітрям, $^{\circ}C$	18,6
Різниця тисків в каналі на вході і виході, Па	3800	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/($m^2 \cdot K$)	303

Результати чисельних розрахунків подано на рисунку 1. На рис. 1 наведено розподіл температурного поля в каналах теплообмінника. Як видно з рисунка температура теплоносія падає при наближенні до виходу з теплообмінника. Якщо на вході в теплообмінник вона становила $40^{\circ}C$, то на виході її усереднене значення $19^{\circ}C$.

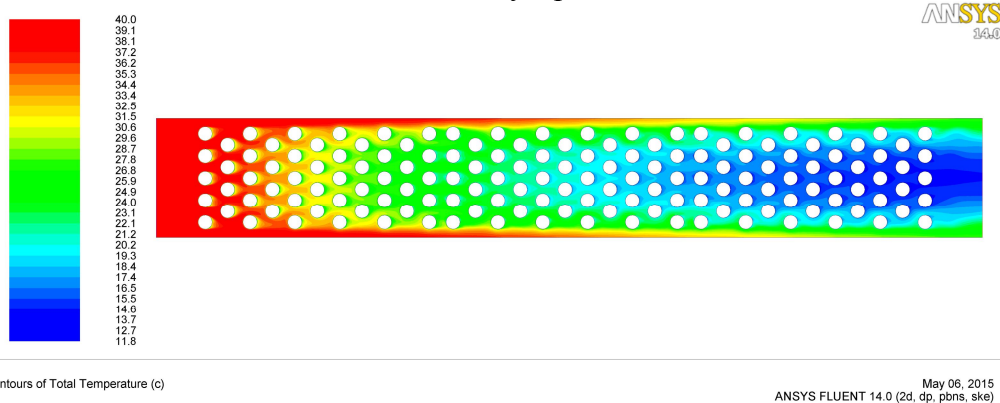


Рис. 2. Зміна температури в каналі, $^{\circ}C$

Висновки. Комп'ютерне моделювання дає можливість проаналізувати умови гідродинамічної течії і теплопереносу в досліджуваних каналах. Як витікає з аналізу температур, необхідно зменшувати ширину каналу між стінкою і трубним рядом, що знаходиться поблизу стінки. Це дасть можливість зменшити швидкість потоку і температуру в пристінному каналі та підвищити швидкість потоку в основних каналах теплообмінника.

Запропонована методика розрахунку середнього коефіцієнта тепловіддачі на поверхні трубного пучка. Результати співставлення чисельних результатів з експериментальними даними показують, що максимальні відхилення не перевищують 5 %.

Список використаних джерел:

1. Теплотехніка / [упор. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Долінський А.А. та ін.] ; під ред. Б.Х. Драганова – [2-е вид.]. – Київ: в-во «Фірма «ІНКОС», 2005. – 400 с.

УДК621.3:633/635.001.73

МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНИЙ СЕПАРАТОР ПЛОДІВ ТОМАТІВ

Куценко Ю.М., д.т.н., професор

e-mail: yurii.kutsenko@tsatu.edu.ua

Таврійський державний агротехнологічний університет

Лукашенко М.І., інженер

Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет

Анотація – досліджується магнітогідродинамічний (МГД) сепаратор плодів томатів в електропровідній рідині зі схрещеними магнітним та електричним полями для маневрування параметрами j , ρ_p та B при побудові технологічних процесів сепарації МГД-сепаратором.

Постановка проблеми. Головним завданням виробника сільськогосподарської продукції є максимальне збереження його корисних властивостей і якостей та доведення їх до споживача.

Важливу роль у цьому відіграє використана технологія. Суть цих технологій - у застосуванні різних електромагнітних явищ в процесі переробки будь якої с.-г. продукції як «живої» речовини і як фізичного об'єкта.

Використання електромагнітного поля розширює функціональні можливості традиційних способів очищення, сортування, сушіння сировини та інше, відкриває нові ефекти біотехнологічної та хімічної природи, різко знижує енерговитрати.

Аналіз останніх досліджень. Застосування електротехнологій з іншими технологіями дозволяє покращити споживчі якості та фізико-хімічні властивості продукції сільського господарства[1].

Перед сільським господарством стоїть важливе завдання переходу від традиційних до більш досконалих ресурсо- та енергозберігаючих технологій.

Великі можливості використання електромагнітних полів у сортуванні овочів та фруктів, де останнім часом застосовують гідродинамічні технології [2], [3].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Подальша робота направлена на пошук нових можливостей електротехнологій, побудову технічних пристроїв та обладнання, на яких ця технологія може бути реалізована.

Одним із можливих варіантів вирішення цієї задачі є застосування електротехнологій, де електрична енергія використовується безпосередньо в операціях і процесах без будь-яких проміжних перетворень, що значно підвищує ефективність її використання.

Метою досліджень є вивчення дії електромагнітного поля на плоди як на фізичний об'єкт, а також вплив розмірних та масових параметрів плодів, концентрації розчину, параметрів електромагнітного поля на об'ємну силу, що діє на плоди, які сортуються у провідній речовині.

Основні матеріали дослідження (основна частина). У роботі пропонується магнітогідродинамічний (МГД) сепаратор, принцип дії якого заснований на виникненні додаткової до архімедової електромагнітної сили внаслідок взаємодії електричного струму з магнітним полем, що протікає через електропровідну рідину. В якості електропровідної рідини використовувався розчин хлористого натрію у воді. Такий розчин найбільш сприятливий для сортування сільськогосподарської продукції, так як нешкідливий і має невелику вартість. Слід зазначити, що магнітогідродинамічне сортування

дозволяє сортувати продукцію не тільки з густиною, більшою за густину рідини, а навіть продукцію з густиною меншою густини розчину.

У теоретичному плані використовується математичний апарат для дослідження руху фізичного тіла в ламінарній рідині з наданням додаткових умов при дії електричного та магнітного полів на провідну речовину.

Рух плоду в рідині визначається диференціальними рівняннями:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = m \frac{dv_x}{dt} = R; \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = m \frac{dv_y}{dt} = P - G - F_d \pm \Delta F, \quad (2)$$

де m – маса плоду, кг;

x, y – координати плоду через час t після початку спливання/ занурення, м;

v_x, v_y – вертикальна та горизонтальна складові швидкості спливання/занурення плоду, м/с;

R – сила дії струменю потоку на плід, Н;

P – виштовхувальна сила, Н;

G – сила тяжіння плоду, Н;

F_d – гідродинамічний опір, Н;

ΔF – додатна або від'ємна сила до виштовхувальної сили, що додатково діє на плід зі сторони електромагнітного поля у провідній речовині, Н.

$$\Delta F = \alpha B j V \quad (3)$$

де α – коефіцієнт (чисельно менший одиниці), який враховує зниження теоретичної величини електромагнітної сили; B – індукція магнітного поля, Тл;

j – густина струму в провідній рідині, А/м²;

V – об'єм плоду, м³.

Для плодів кулеподібної форми:

$$m \frac{dv_x}{dt} = C_x S \rho_p (v_p - v_x)^2; \quad (4)$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = \frac{mg \rho_p}{\rho_n} - mg - C_x S \rho_p v_y^2 \pm \alpha B j V \quad (5)$$

Після перетворень рівняння траєкторії спливання/занурення плоду в потоці рідини має вигляд

$$y = \frac{m}{C_x S \rho_p} \ln \operatorname{ch} \left(\sqrt{\frac{(g(\rho_p - \rho_n) \pm \alpha B j) C_x S \rho_p}{\rho_n m}} \frac{x}{v_p} \right) \quad (6)$$

де C_x – коефіцієнт лобового опору плоду в рідині;

S – переріз плоду в площині, яка перпендикулярна напрямку руху, м²;

ρ_p – густина рідини, кг/м³;

v_p – швидкість руху рідини, м/с;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

ρ_n – щільність плоду, кг/м³.

З рівнянь, які наведені вище, видно складну залежність результуючої сили, яка діє на плід, що знаходиться у провідній рідині, а також складний рух плоду під дією цієї сили.

Для досліджень був змонтований експериментальний зразок МГД-сепаратора. В якості провідної рідини використовувався 10% розчин хлористого натрію. Роль імітатора плодів виконувала непровідна кулька діаметром 2,75 см щільністю 1,1 г/см³.

Для вимірювань електромагнітної сили, яка діяла на кульку, застосовували терези з точністю до 1 мг.

Індукція магнітного поля змінювалася в межах 0,2...0,5 Тл ступенево. Була побудована залежність додаткової електромагнітної сили ΔP , яка діє на кульку-імітатор, від струму I , який проходить через провідну рідину, при сталому значенні індукції магнітного поля. Привертає увагу, що графік залежності має дві галузі: пряму і зворотну.

В певних межах зазначені галузі мають вигляд прямих паралельних ліній, що говорить про пропорційну залежність додаткової сили від сили струму через провідний розчин. Таким чином проявляються межі щільності плодів овочів та фруктів при їх сепарації у провідній рідині. Середнє значення об'ємної сили, яка діяла на імітатор, складала 42 Н/м^3 [4].

З рівняння (6) видно, що траєкторія спливу/занурення плоду однакової щільності залежить від масово-розмірних характеристик плодів, а також електромагнітних параметрів МГД-сепаратора.

На основі рівняння (6) у форматі Excel була створена формула, яка дозволяє побудувати графічну залежність координати y – висоти спливання/занурення плоду томата від густини розчину NaCl у воді.

Відома залежність густини розчину від концентрації NaCl в розчині [5].

Межі зміни середньої щільності томатів різних ступенів зрілості сорту Солерос: зеленого – 841 кг/м^3 , молочного – 891 кг/м^3 , бурого – 949 кг/м^3 , рожевого – 969 кг/м^3 , червоного – 1086 кг/м^3 наведені в [3].

Виконані розрахунки для граничного значення функцій y_+ , $y_-, \Delta y$ у на довжині сепарації 1 м , а також знаку $+$ або $-$ комплексу $\alpha j B$ рівняння (6) відповідно при зміні густини розчину ρ_p і сталих значеннях наступних параметрів: $D = 0,02 \text{ м}$; $m = 0,003523 \text{ кг}$; $C_x = 0,5$; $S = 0,00031 \text{ м}^2$; $\alpha = 1$; $B = 0,1 \text{ Тл}$; $j = 5000 \text{ А/м}^2$; $V = 0,0000042 \text{ м}^3$; $v_p = 0,5 \text{ м/с}$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $\rho_n = 841, \text{ кг/м}^3$; $\Delta y = y_+ - y_-$ межі зміни функції y .

Також були виконані розрахунки для граничного значення функцій $y_+, y_-, \Delta y$ у на довжині сепарації 1 м , а також знаку $+$ або $-$ комплексу $\alpha j B$ рівняння (6) відповідно при зміні магнітної індукції B і сталих значеннях наступних параметрів: $D = 0,02 \text{ м}$; $m = 0,003523 \text{ кг}$; $C_x = 0,5$; $S = 0,00031 \text{ м}^2$; $\alpha = 1$; $j = 5000 \text{ А/м}^2$; $V = 0,0000042 \text{ м}^3$; $\rho_p = 1041 \text{ кг/м}^3$; $v_p = 0,5 \text{ м/с}$; $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; $\rho_n = 841, \text{ кг/м}^3$.

Висновок. Зміна концентрації провідної рідини призводить до зміни її густини ρ_p , що впливає на величину спливання/занурення y , причому збільшення концентрації c призводить до звуження меж зміни Δy .

За відсутності електричного струму $j = 0$ та магнітного поля $B = 0$ функції y_+ та y_- вироджуються в одну лінію, тобто процес спливання/занурення y плодів проходить без дії додаткової електромагнітної сили ΔF на провідну рідину.

Зміна щільності робочого струму j через провідну рідину впливає на величину спливання/занурення y плодів томатів в більшій мірі, ніж зміна концентрації c робочої рідини, а зміна індукції магнітного поля B у провідній рідині впливає на величину спливання/занурення y плодів томатів в більшій мірі, ніж зміна густини струму через провідну робочу рідину, що відображається функціями $\Delta y(B)$, $\Delta y(j)$.

Функції $\Delta y(j)$, $\Delta y(\rho_p)$ змінюються протилежно відносно одна одної, а функції $\Delta y(j)$, $\Delta y(B)$ змінюються узгоджено відносно одна одної, що дає можливість маневрувати параметрами j , ρ_p та B при побудові технологічних процесів сепарації плодів томатів МГД-сепаратором.

Список використаних джерел

1. Куценко Ю.М., Лукашенко М.І. Застосування енергії ЕМП в технологічних процесах переробки сільськогосподарської продукції. Науковий вісник / Електронний журнал. Національний аграрний університет. – 2006. – Вип. 2. – С. 20–23.
2. Тарасенко В.В., Медведев В.П. Гидродинамическое сортирование плодов томата по степени зрелости. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1986. – №11. – С. 29 – 30.
3. Лубко Д.В. Обґрунтування параметрів і режимів роботи гідродинамічного сортувальника плодів томатів за ступенем зрілості комбайнових зборів. Автореферат дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. – Мелітополь, 2005. – 24 с.
4. Куценко Ю.М., Лукашенко М.І. Магнітогідродинамічне сортування сільськогосподарської продукції з використанням електромагнітних полів. [Електронний ресурс]. Науковий вісник ТДАТУ. – Мелітополь, 2011. – Вип. 1, т. 2. – С.132 – 141. Режим доступу: <http://www.nbu.gov.ua/ejournals/nvtdau/index.html>.
5. Иванов В.М., Семенов К.А., Прохорова Г.В., Симонов Е.Ф. Аналитическая химия натрия. – М.: Наука, 1986. – 245 с.

УДК 621.311

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕС НА ОСНОВІ ГРУПОВОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМАМИ

*Лазурнеко О.П., к.т.н., професор,
Кругол М.М., інженер*

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Сьогодні дуже актуальним напрямом розвитку систем енергозабезпечення є модернізація існуючих теплових електричних станцій (ТЕС), в тому числі теплоелектроцентралей (ТЕЦ), та застосування нових підходів для енергоефективного керування джерелами енергії.

При зміні режиму роботи основного устаткування ТЕС, в тому числі і сезонному, дуже змінюються і режими роботи механізмів власних потреб, що в свою чергу призводить до зміни навантаження на приводні двигуни, а це призводить до збільшення втрат електричної енергії від застосування неекономічного регулювання продуктивності, що в сенсі сучасних вимог до енергозбереження є неприйнятним і зменшує загальний коефіцієнт корисної дії ТЕС.

На сьогодні одним з економічних способів регулювання продуктивності відцентрових механізмів власних потреб (насоси, димососи, вентилятори) є частотне регулювання їх швидкості обертання в залежності від навантаження. При цьому можливе використання групового керування продуктивністю і відповідно споживанням електротехнічних систем власних потреб.

Для ТЕС малої потужності пропонується використання сучасних високовольтних перетворювачів частоти для живлення групи електродвигунів, які обертають механізми з близькими режимами роботи.

В ході виконання даної роботи були отримані наступні наукові та практичні результати:

1. Доведено доцільність використання групового регулювання продуктивності механізмів власних потреб ТЕС.

2. На основі аналізу режимів роботи та моделювання тяго-дугтевих та насосних механізмів котлоагрегату (по існуючій режимній карті котла Харківської ТЕЦ3) показана можливість використання перетворювача частоти для їх живлення.

3. Запропонована модернізована електротехнічна схема живлення власних потреб напругою 6 кВ при використанні частотного перетворювача для групового керування частотою.

4. Визначена економія електричної енергії на ТЕЦ, що працює за тепловим графіком навантаження в літній період, при використанні перетворювача частоти для живлення групи тяго-дугтевих механізмів власних потреб. При цьому додатковий відпуск електричної енергії можна збільшити не менше як на 2,5%, а споживання електричної енергії на власні потреби зменшити мінімум на 5,5%.

УДК 621.313

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МАГНЕЗИТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ

Зиновкин В.В., д.т.н., профессор

e-mail: seva28_28@meta.ua

Мирный В.О., аспирант

e-mail: zvv@zntu.edu.ua

Запорожский национальный технический университет

Аннотация - в статье рассматриваются вопросы моделирования технологической линии приготовления огнеупоров, предложено многопараметрическую систему свести к оптимизирующему параметру.

Постановка проблемы. Магnezитовые огнеупорные изделия получают всё большее распространение в промышленном и гражданском строительстве. Их технологические линии характеризуются большим количеством управляющих и исполнительных механизмов. Поэтому управление системами автоматизированного электропривода такой технологической линии представляет довольно сложную оптимизационную задачу.

Анализ последних исследований. Для повышения эффективности управления многопараметрическими технологическими объектами используются различные методы, которые отображают отдельные наиболее информативные параметры при ослаблении влияния других. Такие решения в отдельных случаях не являются оптимальными [1,2].

Целью работы является разработка математической и компьютерной моделей многопараметрической технологической линии приготовления магnezитовых огнеупоров.

Основные материалы исследований. Многопараметрическая система управления технологическим процессом построена с учетом характерных признаков исполнительных, управляющих и контролирующих параметров. В математической модели отображаются линейные и не линейные взаимосвязи между соответствующими параметрами. Приведены результаты моделирования и разработана её структурно-логическая схема, которые с достаточной для инженерной практики точностью согласуются с экспериментальными данными.

Выводы. Разработанные модели позволяют достичь оптимальных условий работы исполнительных механизмов с управляющими системами.

Список использованной литературы.

1. Мирный В.О. Моделирование оптимальных режимов многопараметрическими технологическими объектами/ В.О. Мирный, Э.М. Кулинич, В.В. Зиновкин // Современные информационные технологии, средства автоматизации и электропривод: Материалы Всеукраинской научно-технической конференции, посвященной 60-летию ДГМА (Краматорск 17-21 декабря 2012 года): сборник материалов - Краматорск: Изд-во ДГМА, 2012. - С. 50-51

2. Beitzel H. Quality-assured manufacture of self-compacted concrete by changing the relevant machine parameters in concrete mixers / Beitzel H. //BFT. - 2007. - №1. - P. 32-45.

УДК 63:535.21

ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Кунденко М.П., д.т.н., професор

e-mail: n.p.kundenko@inbox.ru

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Анотація – розглянуті переваги застосування інфрачервоного випромінювання в системах підтримання мікроклімату тваринницьких приміщень.

Постановка проблеми. Низька ефективність використання енергетичних ресурсів особливо проявляється в цей час в електротехнологічних процесах сільського господарства. Тому, у зв'язку з унікальністю дії енергії оптичного випромінювання (ОВ) на живий організм, альтернативи його застосуванню в тваринництві немає [1].

Інфрачервоне (ІЧ) випромінювання (діапазон спектра > 780 нм) так само впливає на організм тварини. Діючи на нервову систему організму через теплові рецептори шкіри, випромінювання поліпшує функції залоз, кровотворних органів і кровопостачання тканин тіла, підсилює біологічні процеси в їхньому організмі, сприяє підвищенню тонусу й резистентності, а отже, поліпшенню стану, розвитку та приросту тварин.

Досить перспективно спільне використання ІЧ й УФ випромінювань. Спільне застосування випромінювань збільшує масу порослят на 13%, що в 3 рази перевершує ефект застосування ІЧ й в 1,8 раз УФ опроміненнь при їхньому роздільному використанні.

Міняючи довжину хвилі, можна збуджувати та фотохімічно модифікувати різні біомолекули. На цьому заснована вибірковість дії випромінювання- найважливіша риса фотобіології.

Таким чином, у перспективі масштаби використання ОВ у тваринництві повинні розширюватися. У зв'язку із цим питання енерго- і ресурсозбереження в установках ОВ здобувають першочергове значення [2].

Формулювання цілей (постановка завдання). Визначити шляхи зменшення енерговитрат, собівартості продукції та покращення рівня комфортності в тваринницьких приміщеннях з використанням інфрачервоного випромінювання .

Основні матеріали дослідження. *Інфрачервоні обігрівачі* забезпечують прискорений, у порівнянні із традиційними системами, прогрів приміщення. Передача тепла від інфрачервоних обігрівачів об'єктам відбувається миттєво, тому немає необхідності в постійному або попереднім нагріванні робочих приміщень.

Випромінювач не сушить повітря, не спалює кисень, не піднімає пил і не шумить. Інфрачервоний обігрівач на відміну від конвективного способу обігріву, де спочатку потрібно прогріти повітря, зменшує різницю температур зон у підлоги й стелі, оскільки теплові промені нагрівають поверхні, на які падають, тим самим існує можливість підтримувати температуру у приміщенні нижче нормальної. Інфрачервоне випромінювання не використовує повітря як носій тепла й тому забезпечує оптимальний температурний баланс у всіх приміщеннях. ІЧ обігрів діє безпосередньо на біологічні об'єкти, тому після тимчасової втрати тепла в приміщеннях, викликаній, наприклад, відкритими дверима, інфрачервоні обігрівачі швидко відновлюють необхідну температуру.

Проведені медико-біологічні дослідження дозволили встановити, що системи інфрачервоного опалення більш повно відповідають специфіці тваринницьких приміщень ніж конвективні системи центрального або повітряного опалення. Насамперед, за рахунок того, що при інфрачервоному обігріві температура внутрішніх поверхонь огорожень, особливо підлоги, перевищує температуру повітря в приміщенні. Цей фактор сприятливо позначається на тепловому балансі тварин. Інфрачервоні системи, що працюють разом із системами природної, вентиляції забезпечують зниження відносної вологості повітря до нормативних значень (на свинофермах й у телятниках до 70-75% і нижче). У результаті роботи цих систем температурно-вологісний режим у приміщеннях досягає сприятливих параметрів.

Застосування систем інфрачервоного опалення для сільськогосподарських будівель дозволяє не лише створювати необхідні умови мікроклімату, але й інтенсифікувати виробництво. У багатьох господарствах значно збільшилося одержання приплоду після впровадження інфрачервоного опалення (збільшення опоросу в зимовий період в 4 рази), збільшилось збереження молодняка (з 72,8% до 97,6%). Відмічено, що при використанні локального обігріву молодняка, приріст живої маси збільшується на 0,187 кг/гол. при цьому енерговитрати зменшуються на 53%. [3].

Висновок.

1. Температура повітря нижче за рахунок ефекту обігріву лише поверхонь, а не об'єму повітря, при якому кількість витраченої енергії менше, ніж при обігріві всього об'єму приміщення.
2. Відсутнє рух повітря й пилу, що утворюється при різних технологічних процесах, за рахунок чого поліпшуються умови комфортності в приміщенні.
3. Тепло спрямовано безпосередньо в нижню зону, тому поверхнями з найвищою температурою є підлога й технологічне встаткування.
4. У традиційних системах повітряного опалення неоднорідність повітряної маси й більші тепловтрати через кривлю, і верхню частину зовнішніх стін є причиною більшої витрати тепла.
5. Система інфрачервоного опалення вимагає меншого часу для приведення її в робочий режим, за рахунок цього експлуатаційні витрати нижче, ніж для традиційної конвективної системи.

Список використаних джерел.

1. Коваленко, О.Ю. Облучение сельскохозяйственных животных для повышения их продуктивности / О.Ю.Коваленко // Светотехника.-2004.-№5.-С.18-21.
2. Липатов, А.А. Энергосбережение как фактор повышения эффективности сельскохозяйственного производства /А.А.Липатов // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ.-2004.-№5.-С.98-100.
3. Засыпалов В.В. Обоснование параметров и разработка энергосберегающей установки локального инфракрасного и ультрафиолетового облучения поросят. Автореферат дисс. канд.техн. наук М. ВИЭСХ, 1992. 20 с.

УДК 621.313

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МАГНЕЗИТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ

Мирный В.О., аспирант

e-mail: seva28_28@meta.ua

Зиновкин В.В., д.т.н., профессор

e-mail: zvv@zntu.edu.ua

Запорожский национальный технический университет

Аннотация - рассматривается оптимальное управления технологической линией приготовления огнеупоров, предложены структурные схемы взаимосвязи между управляющими, контролирующим и исполнительными сигналами управления.

Постановка проблемы. Основной задачей промышленности является повышение эффективности электротехнических комплексов и снижение энергозатрат, приходящихся на единицу вырабатываемой продукции.

Анализ последних исследований. Технологический процесс производства магнетитовых огнеупоров, как объектов автоматизированного управления технологическим процессом, является многомерным, стохастическим, со сложными взаимосвязями между управляющими, возмущающими воздействиями и параметрами состояния объекта, включая показатели качества готовой продукции и хода технологического процесса [1,2].

Целью работы является обеспечить оптимальное управление многопараметрическим технологическим процессом приготовления магнетитов.

Основные материалы исследований. В работе предложены структурные схемы взаимосвязи между управляющими, исполнительными и программно-логическими элементами технологической установки приготовления магнетитов и системы автоматизированного управления технологическим процессом. Управление осуществляется с учетом оптимизационных коэффициентов в виде множителей Лагранжа.

Выводы. Предложена многопараметрическая система автоматизированного управления технологическим процессом приготовления магнетитов с критериями оптимальности по трём обобщённым параметрам, с учетом линейных и не линейных зависимостей. Это позволило повысить эффективность работы электротехнического оборудования, за счёт сокращения простоев и поддержания номинальных режимов.

Список использованной литературы.

2. Мирный В.О. Моделирование оптимальных режимов многопараметрическими технологическими объектами/ В.О. Мирный, Э.М. Кулинич, В.В. Зиновкин // Современные информационные технологии, средства автоматизации и электропривод: Материалы Всеукраинской научно-технической конференции, посвященной 60-летию ДГМА (Краматорск 17-21 декабря 2012 года): сборник материалов - Краматорск: Изд-во ДГМА, 2012. - С. 50-51

3. Зиновкин В. В. Моделирование условий сходимости оптимизационного функционала многопараметрического технологического процесса/ В.В. Зиновкин, В.О. Мирный // Наукові праці: Донецький національний технічний університет: серія «Електротехніка та енергетика» . – 2013. - № 2 (15). – Донецьк, ДонНТУ : 2013. – с.111-115.

УДК 621.3.067

АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗІ ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНИМ КЕРУВАННЯМ

Голодний І.М., к.т.н., доцент
Санченко О.В., аспірант

e-mail: golodnyi@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Анотація – наведено перетворювач напруги для регульованого асинхронного привода, який складається з мостового діодного випрямляча та силового транзисторного ключа. Регулювання вихідної напруги відбувається за рахунок зміни інтервалу провідності транзисторного ключа. При цьому для перетворювача не потрібен інвертор напруги, як в перетворювачі частоти, а гармонічний склад вихідних напруг подібні, вищі гармоніки з'являються на частоті комутації транзисторного ключа.

Постановка проблеми. Сьогодні регульований асинхронний привод, який базується на електронних перетворювачах напруги, стає найбільш масовим у використанні. В той же час вказані перетворювачі або мають високу вартість, або створюють вищі гармоніки в мережі, що негативно впливає на роботу як самого електродвигуна, так і на інші споживачі електроенергії. Тому завдання по розробці перетворювальних пристроїв, які б не погіршували якість електроенергії і мали б прийнятну вартість є актуальним.

Формулювання цілей (постановка завдання). Мета роботи – зменшення вартості регульованого асинхронного електропривода без погіршення якості електроенергії живлення.

Основні матеріали дослідження. Прийнятним рішенням для поставленої мети є регулятор напруги з керуванням за принципом широтно-імпульсного перетворювача, в якому чергуються періоди включення і виключення силових електронних приладів. Силова електрична схема наведена на рис. 1, а діаграма напруги живлення двигуна – рис. 2.

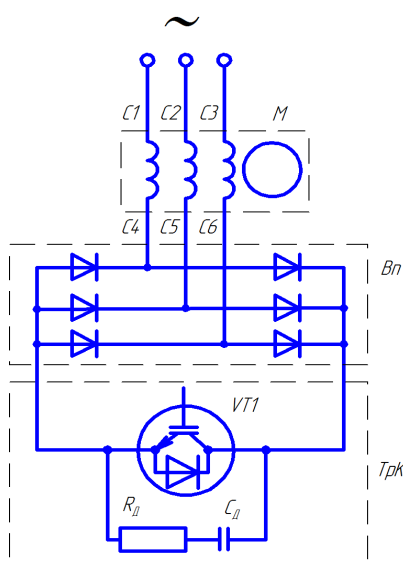


Рис. 1. Електрична схема привода з перетворювачем напруги

на базі широтно-імпульсного керування

Привод складається з асинхронного двигуна M з 6-ма виводами, мостового діодного випрямляча Bn , силового транзисторного ключа TrK . Для захисту силового транзистора $VT1$ від імпульсів напруги, яка виникає при вмиканні/розмиканні кола живлення за рахунок ЕРС індуктивності обмотки двигуна, використано демпферний вузол з активного опору R_d та індуктивності C_d . Період циклу комутації транзистора на кілька порядків менший періоду синусоїди напруги живлення, зазвичай рівний 500...2000 Гц. При такому управлінні спотворення синусоїди мінімальні, а найближча вища гармоніка, за аналогією автономним інверторів з синусоїдальною широтно-імпульсною модуляцією, спостерігається на частоті комутації.

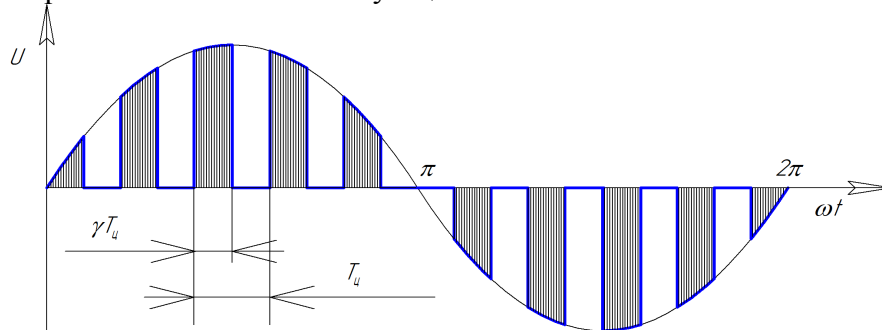


Рис. 2. Діаграма напруги живлення електродвигуна

Регулювання напруги на двигуні можна здійснювати трьома способами:

- зміною інтервалу провідності ключа γT_u при постійній частоті перемикання $1/T_u$ (широтно-імпульсний);
- зміною частоти перемикання при постійному інтервалі провідності ключа (частотно-імпульсний);
- зміною частоти перемикання і інтервалу провідності ключа (частотно-широтно-імпульсний),

де T_u – період перемикання транзисторного ключа;

γ – відносна тривалість інтервалу провідності транзисторного ключа.

Висновок.

Вартість перетворювача напруги на базі широтно-імпульсного керування в порівнянні з частотним перетворювачем менша, оскільки не потребує інвертора напруги, а спектральні склади вихідних напруг перетворювачів подібні.

В подальших дослідженнях необхідно звернути увагу на спосіб керування та частоту комутації силового транзисторного ключа.

Список використаних джерел.

1. Голодний І.М. До питання регулювання швидкості малопотужного асинхронного електропривода / І.М. Голодний, О.В. Санченко // Науковий вісник НУБіП України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – 2011. – Вип. 166, ч. 4 – С. 64-70.

2. Голодний І.М. Аналіз спектрального складу вихідної напруги перетворювача з широтно-імпульсним керуванням / І.М. Голодний, О.В. Санченко // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія "Техніка та енергетика АПК". – К., 2012. – Вип. 174, Ч.2 – С. 99-105.

УДК 681.5.03

СИНТЕЗ ЗАМКНУТОЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАЗРЫВНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ИТЕРАЦИОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ

Волянский Р.С., к.т.н., доцент

voliansky@ua.fm

Днепродзержинский государственный технический университет

Аннотация - путем анализа характеристического уравнения замкнутой системы управления линеаризованным электромеханическим объектом определен переменный коэффициент стабилизирующей обратной связи, обеспечивающий протекание в рассматриваемой системе апериодичных переходных процессов.

Постановка проблемы. В настоящее время одним из методов линеаризации уравнений движения нелинейных электромеханических систем является линеаризация обратными связями [1], который позволяет представить произвольные уравнения движения

$$py_i = f_i(y_1, \dots, y_n, U), \quad (1)$$

где y_1, \dots, y_n – координаты электромеханической системы, U – управляющее воздействие, $f_i(\cdot)$ – некоторые функции, определяющие взаимосвязь переменных состояния рассматриваемой системы, n – порядок объекта управления в форме Бруновского

$$pz_1 = z_2; \dots; pz_{m-1} = z_m; pz_m = v; z_1 = y_j; v = \frac{1}{L_g L_f^{m-1} z_1} (L_f^m z_1 + v), \quad (2)$$

где z_1, \dots, z_m – новые переменные состояния, m – порядок уравнений внешней динамики, v – новое управляющее воздействие, $L_g L_f^{m-1} z_1$ и $L_f^m z_1$ – соответствующие производные Ли [1].

Синтез управляющего воздействия v осложняется наличием m -кратного нулевого корня характеристического уравнения линеаризованного объекта (2), который не позволяет использовать целый класс оптимизационных процедур, таких как аналитическое конструирование регуляторов при помощи модифицированного принципа симметрии [2], и методов, базирующихся на компенсации больших постоянных времени [3] или основанных на решении обратных задач динамики [1]. Использование современных методов создания систем управления [4] позволяет определить алгоритм управления, однако не гарантирует асимптотическую устойчивость синтезированной системы.

Обеспечить асимптотическую устойчивость динамического объекта (2) можно путем многократной регуляризации уравнений его движения [2]. Однако такой подход базируется на использовании в алгоритмах управления больших коэффициентов обратных связей, что приводит к сильному демпфированию переходных процессов в замкнутой системе и, как следствие, снижению ее быстродействия. Поэтому задача определения управляющего воздействия объектом (2), обеспечивающая асимптотически устойчивые переходные процессы без снижения быстродействия системы, является актуальной.

Постановка задания. Целью настоящей работы является синтез замкнутой системы разрывного управления второго порядка с итерируемой линией переключения.

Основные материалы исследования. Рассмотрим обобщенный электромеханический объект второго порядка, движение которого описывается дифференциальными уравнениями в форме Бруновского

$$pz_1 = z_2; \quad pz_2 = v. \quad (3)$$

Считая, что алгоритм управления задан в виде

$$v = \text{sign}(z_1^* - z_1 - k_2 z_2), \quad (4)$$

представим его следующим образом

$$v = g(z_1^* - z_1 - k_2 z_2), \quad (5)$$

где

$$g = 1 / |z_1^* - z_1 - k_2 z_2|. \quad (6)$$

Введение переменного коэффициента (6) и переход от управляющего воздействия (4) к воздействию (5) позволяет записать характеристическое уравнение замкнутой системы

$$D(p) = p^2 + k_2 gp + g = 0. \quad (7)$$

Асимптотически устойчивые переходные процессы в объекте (3) с управляющим воздействием (4) будут при отрицательных вещественных корнях уравнения (7). Анализ уравнения (7) позволяет определить коэффициент k_2

$$k_2 = 2 / \sqrt{g} \quad (8)$$

или, принимая во внимание выражение (6),

$$k_2 = 2 \sqrt{|z_1^* - z_1 - k_2 z_2|}. \quad (9)$$

Решение существенно нелинейного уравнения (9) аналитически затрудняется наличием модуля в подкоренном выражении, поэтому определение коэффициента k_2 должно выполняться численными методами с использованием итерационных процедур, которые и определяют название и структуру соответствующего регулятора, реализация которого на современной микроконтроллерной технике не вызывает затруднений.

Выводы. Представление уравнений движения замкнутой релейной системы в виде уравнений с переменными коэффициентами позволяет составить характеристическое уравнение этой системы. Анализ этого уравнения позволяет определить зависимости для нахождения коэффициента стабилизирующей обратной связи, который определяется на основе переменных состояния замкнутой системы итерационно. Такой подход позволяет повысить быстродействие замкнутой системы и улучшить ее энергетические характеристики.

Список использованных источников

1. Ким Д.П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы [Текст]/ Д.П.Ким. – М.: Физматлит, 2004.–464с.
2. Садовой А.В. Системы оптимального управления прецизионными электроприводами [Текст]/ А.В.Садовой, Б.В.Сухинин, Ю.В.Сохина. – К.:ИСИМО, 1998.– 298с.
3. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода [Текст]/ М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер.– М.: Энергоиздат, 1981. – 576с.
4. Пупков К.А. Методы классической и современной теории автоматического управления. Т 5. Методы современной теории автоматического управления [Текст]/ К.А.Пупков, Н.Д.Егупов. – М.: Изд-во МГТУ им.Баумана, 2004.–784с.

УДК 681.527.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ВОДОСНАБЖЕНИЯ АПК

Соломаха А.В., инженер

a.solomaha@gmail.com

Запорожский национальный технический университет

В системах технологических устройств водоснабжения объектов АПК широко используются асинхронные электродвигатели (АД). Для регулирования производительности насосов питание АД осуществляется при помощи АИН с ШИМ. Это позволяет экономить электроэнергию до 68% сравнению с нерегулируемыми АД. Для этих целей наиболее эффективно использовать методы векторного управления (ВУ), в которых используется текущая информация об электромагнитных процессах [1].

Для оценки активного сопротивления ротора R_r в реальном времени необходимо

изменение модуля вектора потокосцепления ротора $|\psi|$, так как $R_r = -\frac{1}{2} \frac{d}{dt} \frac{|\psi|^2}{i_r^T \psi}$. С этой

целью в намагничивающую составляющую тока статора инжектируют низкочастотную синусоидальную составляющую с малой амплитудой [2].

При инжекции в намагничивающую составляющую тока статора в потокосцеплении появляется переменная гармоническая составляющая, которая участвует в идентификации R_r . Это накладывает дополнительное требование на методы оценки ψ , а именно, достаточно точное воспроизведение инжектированной составляющей в оценке модуля вектора потокосцепления. Причем моментная составляющая статорного тока формируется таким образом, чтоб исключить пульсации электромагнитного момента, вызванные инжекцией.

В докладе приведены теоретические исследования, синтез методов оценки вектора потокосцепления, его угловой скорости при наличии инжектированного сигнала в намагничивающую составляющую тока статора [3], результаты моделирования при конкретных параметрах шумов, имитирующих ШИМ, амплитудой в 2 раза превышающей амплитуды номинального сигнала и частотой 4 кГц. Дискретность алгоритма ВУ составляла 200 мкс. Результаты исследований показали работоспособность ВУ в рабочем диапазоне частот асинхронного электропривода технологического комплекса водоснабжения АПК.

Список использованных источников.

1. Соломаха А.В. Формирование системы векторного управления асинхронным приводом с компенсацией неопределенностей // *Радіоелектроніка. Інформатика. Управління.* – 2008. – №1. – С. 148–153.
2. Ha I.-J., Lee S.-H. An Online Identification Method for both Stator and Rotor Resistances of Induction Motor without Rotational Transducers // *IEEE Trans. On Industrial Electronics.* – 2000. – Vol.47, № 4. – P.842–852.
3. Соломаха А.В. Разработка методов оценки вектора потокосцепления и его угловой скорости при наличии инжектированной составляющей // *Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету: Наукові праці КДПУ.* – Кременчук: КДПУ, 2008. – Вип.3/2008 (44). Частина 1. – с.21-24.

УДК 63:535.21

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Ковальчук І. М., інженер

e-mail: ekt.ietsp@mail.ru

*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

Анотація – розглянуті залежності коефіцієнта потужності асинхронної машини на основі залежностей повного струму фази та його складових.

Постановка проблеми. Пройшовши шлях поступального розвитку, Україна має високорозвинену електроенергетичну систему. В основному електрична енергія виробляється на великих електростанціях. У той же час практично не використовуються повновольовані джерела енергії.

В останні роки почалися розробки міні й мікро ГЕС. Виникла проблема вибору генератора змінного струму. Актуальною залишається проблема електропостачання сільськогосподарських, фермерських, рибницьких, садівничих господарств та приватних підприємців не тільки на віддалених територіях, але й там, де є досить розвинена система електропостачання.

Формулювання цілей (постановка завдання). Підвищення ефективності використання асинхронної машини з короткозамкненим ротором при переході в режим генератора.

Основні матеріали дослідження. Проведений порівняльний аналіз двох машин: синхронної й асинхронної для використання їх в якості генератора в ході якого було встановлено, що асинхронна машина з короткозамкненим ротором має свої певні переваги в порівнянні із синхронною машиною.

Система керування асинхронним генератором залежить від режиму роботи з навантаженням: або асинхронний генератор працює паралельно з мережею великої потужності, або він працює на автономну мережу.

Найбільш просту систему керування має асинхронний генератор при паралельній роботі з мережею великої потужності. При такому режимі відпадає необхідність у регулюванні напруги й частоти струму генератора. Активна потужність асинхронного генератора регулюється приводним двигуном шляхом підтримки ковзання ротора на заданому рівні з урахуванням завантаження асинхронного генератора в межах номінального струму статора.

Теоретичне дослідження характеристик асинхронної машини проведене на прикладі асинхронного двигуна, що серійно випускається, типу АИМЛ71В4У3 з короткозамкненим ротором при переході його в режим генератора, який має наступні номінальні дані: потужність 0,75 кВт; напруга 380/220В; струм 2,05/3,56 А; частота обертання 1398 хв⁻¹; коефіцієнт корисної дії 74%; косинус φ 0,75.

Дослідження проводилися на основі відомої Г - образної схеми заміщення (рис. 1). Параметри схеми заміщення для асинхронної машини АИМЛ71В4У3 були визначені відомими методами з теорії електричних машин.

В процесі досліджень встановлено, що активна провідність залежить прямо пропорційно від ковзання ротора, а індуктивна провідність має слабку залежність, тому що до неї входить постійна складова.

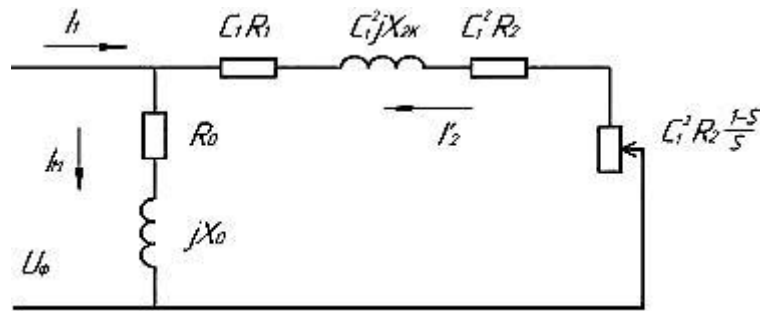


Рис. 1. Спрощена Г – образна схема заміщення асинхронної машини

З урахуванням цих особливостей сформульована гіпотеза: В асинхронному генераторі є можливість змінювати усередині машини співвідношення між активною та індуктивною складовими струму в межах номінального значення струму фази, шляхом одночасного впливу напругою мережі, що підведена до фази машини, і ковзанням ротора, і, як наслідок - змінювати коефіцієнт потужності.

Ця гіпотеза підтверджена розрахунковим шляхом на прикладі теоретичних характеристик асинхронної машини АИМЛ71В4У3. При зниженні напруги в 1,73 рази щодо номінальної напруги зменшується прямо пропорційно загальний струм фази і його активна й індуктивна складові. Далі при збільшенні ковзання ротора (шляхом збільшення моменту на валу генератора) збільшується загальний струм фази до номінального значення в основному за рахунок збільшення активної складової. Очевидно, що відбувається перерозподіл активної і індуктивної складових струму та збільшується коефіцієнт потужності. При порівнянні робочих характеристик асинхронного генератора за умови паралельної роботи з мережею, дана кількісна оцінка застосування запропонованого способу підвищення коефіцієнта потужності. Для дослідного двигуна отримано збільшення коефіцієнта потужності від 0,59 до 0,74. Таким чином, експериментальні дослідження генератора повністю підтверджують теоретичні дослідження.

Висновок.

1. Розроблена схема заміщення асинхронної машини, яка виражена у вигляді активної та індуктивної провідності статора й ротора, отримана шляхом перетворення електричних кіл відомої Г – образної схеми заміщення.
2. Запропоновано спосіб підвищення коефіцієнта потужності асинхронного генератора, що дозволяє знизити споживання реактивної потужності приблизно в 2 рази.
3. Визначені формули для розрахунків струму, потужності і їх активних і індуктивних складових з використанням провідності фази асинхронної машини.

Список використаних джерел.

1. Касаткин В. В. Выбор турбины для микро ГЭС/ В. В. Касаткин, Е. Г. Трефилов, Л. А. Пантелеева // Научный потенциал - аграрному производству: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2008. – С. 135-140.
2. Пантелеева Л. А. Выбор двигателя для микро ГЭС / Л. А. Пантелеева // Вестник ИжГСХА: научно-практический журнал. – 2010. - № 2(23). – С. 9-14.

УДК 631.371

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА БАЗІ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО МОТОБЛОКУ

Ковальов О.В., інженер

e-mail: aleks_tdaty@mail.ru

Таврійський державний агротехнологічний університет

Анотація - робота присвячена отриманню рівняння енергетичного балансу мотоблока та основних енергетичних співвідношень, що визначають властивості тягового електродвигуна з метою створення енергозберігаючої системи обробітку ґрунту.

Постановка проблеми. Сучасне сільськогосподарське виробництво в Україні та за кордоном характеризується масовим застосуванням мобільних енергетичних засобів малої механізації у вигляді малогабаритних мотоблоків (МБ), міні-тракторів та різноманітних спеціалізованих агрегатів в основному з двигунами внутрішнього згорання ДВЗ [1]. В той же час проведені в НВО ВІСХОМ (Росія) та ІМЕСГ УААН (Україна) порівняльні випробування виявили, що електрифіковані мотоблоки з тяговими електродвигунами постійного та змінного струму мають ряд суттєвих переваг в порівнянні з мотоблоком з двигуном внутрішнього згорання [2].

Формулювання цілей. Ціллю є отримання рівняння енергетичного балансу МБ з електроприводом та основних енергетичних співвідношень, що визначають властивості ТЕД в приводі МБ, а також обґрунтування закону оптимального керування тягового електродвигуна постійного струму по максимуму ККД.

Основні матеріали дослідження. Мотоблоки з електроприводом можуть бути класифіковані за наступними ознаками: по виду джерела електропостачання – з централізованим або автономним, по роду струму тягового електродвигуна – постійного або змінного, а також по конструктивному виконанню механічної передачі та ведучих коліс та ін.

Процес перетворення енергії при роботі мотоблока з електроприводом та централізованим електропостачанням наочно може бути представлено у вигляді структурної схеми енергетичного каналу енергозберігаючої системи обробітку ґрунту на базі мотоблока, що представлено на рис.1.

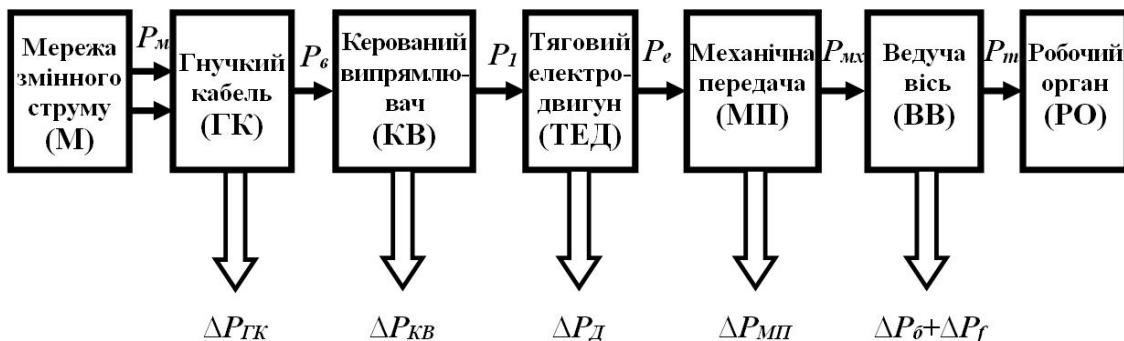


Рис. 1. Структурна схема енергетичного каналу мотоблока

У відповідності з наведеною на рис. 1 структурою енергетичного каналу, ефективність мотоблока може бути оцінена рівнянням енергетичного балансу МБ в наступному вигляді

$$P_e = P_1 - \Delta P_\delta = \Delta P_{mn} + \Delta P_\delta + \Delta P_f + P_m. \quad (1)$$

Рівняння (1) відображає режим роботи мотоблока при незмінності P_1 та P_m , а також швидкості руху МБ – v . В реальних умовах роботи МБ, наприклад при оранці, величина P_m постійно змінюється, що призводить до нестабільності енергетичного балансу МБ.

Оцінку тягових властивостей МБ можна провести за величиною його тягового ККД

$$\eta_m = \frac{P_m}{P_e}. \quad (2)$$

В межах оптимального режиму роботи МБ залежність між швидкістю руху та тяговим зусиллям МБ повинна мати гіперболічний характер, ідеальна тягова характеристика може бути виражена співвідношенням

$$P_m = F_m \cdot v = P_e \cdot \eta_m = const. \quad (3)$$

Слід ввести поняття закону керування ТЕД в приводі МБ. Стосовно до ДПС закон керування представляє собою сукупність умов зміни параметрів в вигляді напруги (U_*) та магнітного потоку (Φ_*) в визначеному інтервалі зміни швидкості обертання (ω_*), що забезпечує реалізацію механічної характеристики двигуна $M(\omega)$ з урахуванням вимог до неї. Всі діапазони зміни кутової характеристики можуть бути реалізовані сполученням конкретних умов зміни параметрів керування двигуна (U_*, Φ_*). Пусковий режим двигуна з метою зниження величини пускового струму забезпечується значенням живлячої напруги $U_* = 0,1$ та пускового струму $I_{n,max} = 2$ при $\beta_{on} = 1$. Також слід підкреслити важливу обставину стосовно розробки програми зміни параметрів керування ($U_*; \Phi_*; \beta_{on}$) в діапазоні зміни кутової швидкості $\omega_{min} \leq \omega_* \leq \omega_{max}$ при потужності $P_{I*} = 1$, що забезпечує закон керування ТЕД МБ по максимуму ККД.

Висновки. Запропоновано структурну схему енергетичного каналу МБ з електроприводом, що наочно представляє процеси перетворення енергії при роботі МБ. Отримано рівняння енергетичного балансу МБ з електроприводом та основні енергетичні співвідношення, що визначають властивості ТЕД в приводі МБ для реалізації енергозберігаючої системи обробітку ґрунту.

Список використаних джерел

1. Корчемный М. Электропривод мобильного агрегату/ М. Корчемный, І. Савченко, Н. Юсупов // Електрифікація, 1997, № 8. – С. 30-31.
2. Кусов Т.Т. Создание энергетических средств с электромеханическим приводом / Т.Т. Кусов // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 1988, № 10. С. 12-17.
3. Андреев Ю.М. Электрические машины в тяговом автономном электроприводе / Ю.М. Андреев, К.Г. Исаакян, А.Д. Машихин и др. Под ред. А.П. Пролыгина.- М.: Энергия, 1979. – 240 с.
4. Ефремов И.Е. Электрические трансмиссии пневмоколесных транспортных средств / И.Е. Ефремов, А.П. Пролыгин, Ю.М. Андреев и др. – М.: Энергия, 1976. – 256 с.

УДК 631.362-546

ОЦІНКА НОРМАЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ ВИТОКУ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МЕРЕЖАХ 0,38 кВ ТВАРИНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Герасименко В.П., інженер

e-mail: syavagvp@rambler.ru

ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»

Анотація – вивчення причин появи струму витоку в тваринницьких приміщеннях, як одного з факторів, що негативно впливають на здоров'я та продуктивність ВРХ

Постановка проблеми. Струм витоку, навіть при малих значеннях, впливає на молочну продуктивність великої рогатої худоби.

Основні матеріали досліджень (основна частина). При проведенні експериментального дослідження використовувався мультиметр V&A VA18B, який можна підключати до ноутбука чи комп'ютера через роз'єм USB і таким чином фіксувати отримані дані та трансформатор струму, що дозволяє фіксувати диференціальний струм витоку на землю. Схема вимірювання струму витоку наведена на рис.1.

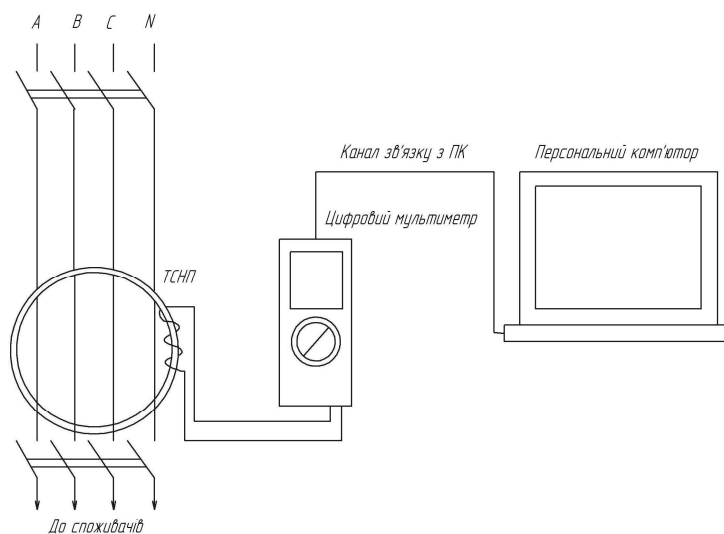


Рис. 1. Схема вимірювання струму витоку

Оцінка нормальності розподілу струму витоку при використанні гістограми дозволяє візуально порівняти графік випадкової величини із зображенням кривої, розподіленої за нормальним законом. У разі неможливості однозначно зробити висновок про розподіл випадкової величини за критерієм гістограми можна скористатися іншими гіпотезами.

Гістограми струму витоку електронагрівача наведені на рис. 2

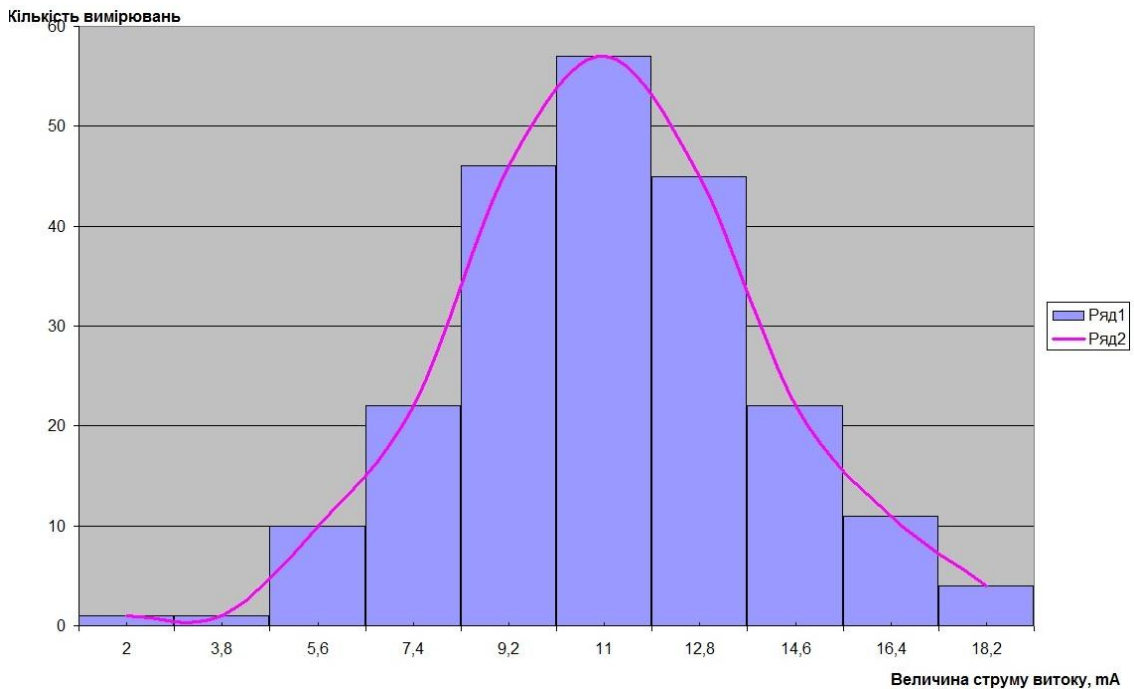


Рис 2. Гістограми струму витоку електронагрівача

Перевірка гіпотези про закон розподілу вибіркового даних заснована на оцінці розбіжності між теоретичним і емпіричним розподілами. Якщо отримана в результаті дослідження розбіжність перевищує деяке критичне значення, то воно вважається значимим і гіпотеза відкидається. Якщо розбіжність менше критичного значення, то результат випробування вважається не суперечить гіпотезі.

Висновок: проаналізувавши дану гістограму можна стверджувати, що розподіл струму витоку близький до нормального закону розподілу випадкових величин.

Список використаної літератури

1. Герасименко В.П. Експериментальне дослідження струму витоку в мережах 0,38 кВ у тваринницьких приміщеннях / В.П. Герасименко, Н.В.Майбородіна // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». К.: ВЦ НУБіП України, 2012. Вип. 174, ч.2. С. 190 – 199.
2. Козирський В.В. Моделювання струму витоку асинхронного двигуна в залежності від параметрів режиму роботи та опору ізоляції / В.В.Козирський, Майбородіна Н.В., В.П. Герасименко // Праці ТДАТУ – Мелітополь, 2013. – Т4, Вип. 13. – С. 37 – 43.
3. Герасименко В.А. Исследование полученных результатов измерения тока утечки в низковольтных сетях напряжением 380 В животноводческих помещений / Герасименко В.А., Майбородина Н.В. // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 16–17 окт. 2013 г.). В 3 т. Т. 3. – Минск : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – Том 3, С. 291-296.

УДК 631.331

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ УБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА

Леженкин И. А., инженер

e-mail: lan2810@mail.ru

Таврический государственный агротехнологический университет

Аннотация – приведена методика расчета энергозатрат комбайновой технологии и технологии очесывания растений на корню и предлагаются пути электрификации уборочного процесса.

Постановка проблемы. Наиболее приемлемым вариантом на наш взгляд является технология уборки зерновых методом очесывания растений на корню с доработкой очесанного вороха на стационаре. Научные основы метода очесывания растений на корню заложены в работе проф. Шабанова П. А. [1]. Однако в этой работе были обоснованы параметры и режимы работы очесывающего устройства навешенного на комбайн, т.е. очес рассматривался в комбайновой схеме уборки со всеми ее недостатками. На сегодняшний день наиболее остро стоит проблема снижения энергозатрат при уборке и перевода части технологических операций на электрическую энергию.

Формулировка целей. Проанализировать энергозатраты на уборку и определить пути электрификации уборочного процесса.

Основные материалы исследования. Рассмотрим энергетический баланс комбайна:

$$E = E_{Т.П.} + E_{Х.Х.} + E_{С.К.} + E_T, \quad (1)$$

где E – суммарные энергозатраты, КДж;

$E_{Т.П.}$ – энергозатраты на выполнение технологического процесса, КДж;

$E_{Х.Х.}$ – энергозатраты холостого хода рабочих органов, КДж;

E_T – энергозатраты на перемещение прицепной тележки, КДж;

$E_{С.К.}$ – энергозатраты на самопередвижение комбайна, КДж.

Энергозатраты на выполнение технологического процесса комбайна определяется (определяются):

$$E_{Т.П.} = E_{Ж} + E_O + E_T + E_{И} + E_C, \quad (2)$$

где $E_{Ж}$ – энергозатраты на работу жатки, МДж;

E_M – энергозатраты на работу молотилки, МДж ;

E_O – энергозатраты на работу очистки, МДж;

E_T – энергозатраты на работу транспортеров, МДж;

$E_{И}$ – энергозатраты на работу измельчителя, МДж;

E_C – энергозатраты на работу соломотряса, МДж.

Энергозатраты на самопередвижение комбайнов [2]:

$$E_{С.К.} = \frac{M_K \times v_C^2}{2}, \quad (3)$$

где M_K – масса комбайна, кг;

v_C – скорость центра масс комбайна при уборке, м/с.

Технологию уборки методом очесывания растений на корню можно представить в

виде следующей структурной схемы [7]:

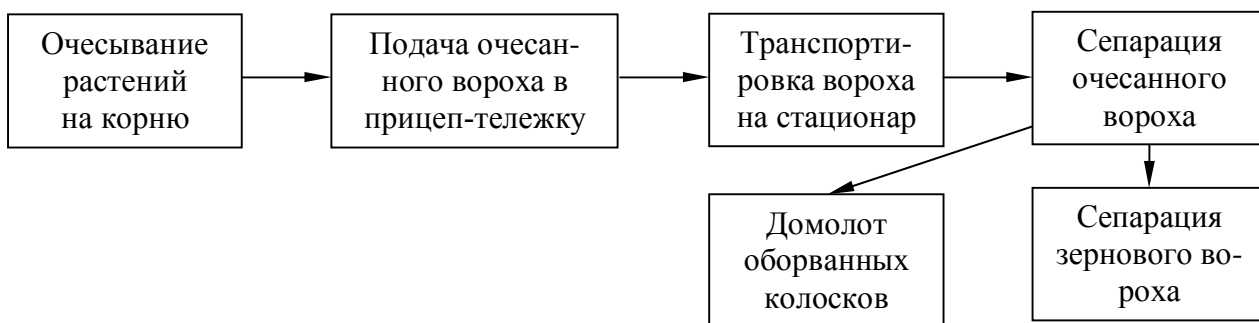


Рис. 1. Структурная схема уборки зерновых методом очесывания растений на корню

Если рассмотреть процесс уборки методом очесывания растений на корню то баланс энергозатрат можно выразить формулой:

$$E = E_{O.ч.} + E_T + E_{y.M.} + E_{CT}, \quad (4)$$

где $E_{O.ч.}$ – энергозатраты на работу очесывающего устройства, кДж;

E_{CT} и $E_{y.M.}$ – энергозатраты на самоперемещение трактора энергозатраты на самоперемещение трактора и уборочной машины:

$$E_{CT} = \frac{M_T \times v_C^2}{2}; \quad E_{y.M.} = \frac{M_{y.M.} \times v_C^2}{2},$$

где M_T – масса трактора;

$M_{y.M.}$ – масса уборочной машины.

В случае уборки методом очеса на корню возможна электрификация процессов сепарации очесанного вороха, домолота оборванных колосков и сепарации зернового вороха.

Выводы.

1. Предлагается вместо скашивания и обмолота хлебной массы использование очесанных растений на корню в поле и доработку очесанного вороха на стационаре.

2. Расчет энергозатрат показал, что при использовании технологии очесывания растений на корню позволяет снизить общие расходы энергии на уборочный процесс на 65...70%.

3. Установлено, что энергозатраты приходящиеся на уборку и транспортировку на зерноток 1 кг зерна при уборке методом очесывания растений на корню на 40...50% ниже, чем при комбайновой уборке.

4. За счет электрификации части операций технологического процесса уборки и внедрения метода очесывания растений на корню возможно снижение расхода жидкого осветленного топлива на 40%.

Список используемых источников.

1. Шабанов П. А. Механико-технологические основы обмолота зерновых культур на корню: дис... д-ра техн. наук / П. А. Шабанов, МИМСХ: – Мелитополь, 1988. – 336 с.

2. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики. Учебник для вузов. – 10-е изд. перераб. и доп. / С. М. Тарг. – М.: Высшая школа, 1986. – 416 с.

ЗМІСТ

МОЇ ПЕРШІ СПОГАДИ ПРО ТАТА	3
Мартиненко О.І. <i>Університету Нової Шотландії</i>	
АВТОМАТИЗАЦІЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ.....	6
Лисенко В.П. <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	
МЕТОДОЛОГІЯ ОБЕСПЕЧЕННЯ НАДІЄЖНОСТІ МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ІСПОЛЬЗУВАННІ БІОЛОГІЧЕСКИХ ТСМ.....	8
Журавель Д.П. <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
МЕТОД ЧИСЛЕННОГО РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИНОМОВ ЧЕБЫШЁВА И ЕГО СХЕМНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ	10
Тиховод С.М., Корнус Т.М., Токмаков И.В. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПІД ВПЛИВОМ НЕПОВНОФАЗНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ... 12	
Квітка С.О., Вовк О.Ю., Стюпін Ю.О., Квітка О.С. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
КОНТРОЛЬ ВИТРАТИ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ПРИ ВІДХИЛЕННІ НАПРУГИ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ.....	14
Вовк О.Ю., Квітка С.О., Квітка О.С. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ЕЛЕКТРОННИЙ ПРИСТРІЙ ТЕЛЕМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ.....	16
Попова І.О., Курашкін С.Ф. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНУТИМ РОТОРОМ	18
Нестерчук Д.М., Рижков А.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
УСТРОЙСТВО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ	20
Курашкин С.Ф., <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
ЕФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ТЕПЛОВОГО АККУМУЛЯТОРА НА ОСНОВЕ АККУМУЛИРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ОРГАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	21
Антипов Е.А. <i>Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины</i>	

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДБОРА КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ ПРИ ПРОГНОЗЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ.....	23
Катюха И.А. <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
АКТУАЛЬНІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЕФЕКТИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	25
Федюшко Ю.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ФОТОНИКА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ.....	26
Башилов А.М. <i>Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства</i>	
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПУТЕЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА влаготермической обработки кормОВ	28
Ксенз Н.В., Толстоухова Т.Н. <i>Азово-Черноморский инженерный институт</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРЬ ПРИ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЕ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ.....	33
Залужный М.Ю., Зиновкин В.В. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
ОЗОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА ПРИ ВЛАГОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ КОРМА.....	36
Ксенз Н.В., Толстоухова Т.Н., Вороной Н.С., Леонтьев Н.Г., Финенко В.Ю. <i>Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»</i>	
К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЧ ОБРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЕ ОГРАНИЧЕННОМ МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЭКРАНОМ	39
Вендин С.В. <i>Белгородский ГАУ, г. Белгород, Россия</i> Бабенко А.А. <i>Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет»</i>	
АКТИВНИЙ ОПТИЧНИЙ ДАТЧИК АЗОТУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	41
Рижков А.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ РЕЖИМУ РІЗАННЯ ПРИ АБРАЗИВНІЙ ОБРОБЦІ НА ЗАБРУДНЕНІСТЬ МАСТИЛЬНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН.....	43
Гулевський В.Б. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	

ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ВОДИ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ПОЛИВУ	45
Стьопін Ю.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ БІООБ'ЄКТІВ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА	46
Борохов І.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ВПЛИВ МОДИФІКУЮЧИХ ФАКТОРІВ НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНОГО КОГЕРЕНТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА НАСІННЯ КУКУРУДЗИ.....	48
Богатирьов Ю.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ПЕРЕРОБКА КУКУРУДЗИ З ҐРУНТОВНИМ АНАЛІЗОМ ПРОЦЕСУ СУШКИ.....	49
Перова Н.П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГЛІЦЕРИНОВИХ ФРАКЦІЙ В БІОПАЛИВІ.....	50
Кушлик Р.В., Журавель Д.П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОРАДІАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОВОЧІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНФРАЧЕРВОНОГО ЕНЕРГОПІДВОДУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ СУШКИ	51
Тодоріко О.М. <i>Новокаховський агротехнологічний коледж Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
АНАЛІЗ БІОФІЗИЧНОГО ВПЛИВУ ІНФОРМАЦІЙНО-ХВИЛЬОВИХ ВИПРОМІНЮВАНЬ НА РЕПРОДУКТИВНУ ЗДАТНІСТЬ КОЛОРАДСЬКОГО ЖУКА (<i>LEPTINOTARSA DESEMLINEATA</i>).....	53
Сілі І.І. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ	55
Диордиев В.Т. <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
КОМПЕНСАЦІЯ ЗАПІЗНЕНЬ ЗЕРНОСУШАРКИ З КИПЛЯЧИМ ШАРОМ ПРИ НЕПОВНИХ ВИМІРЮВАННЯХ ЇЇ ВИХІДНИХ СИГНАЛІВ.....	57
Осадчий С.І., Федотова М.О., Березюк І.А., Скриннік І.О. <i>Кіровоградський національний технічний університет</i>	
ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ НВЧ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ КОМБИКОРМУ	59
Лобода О.І. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС ПЕРЕДПОСІВНОЇ АЕРОЗОЛЬНОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ	61
Новіков Г.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕВАТОРНИМ КОМПЛЕКСОМ..	63
Кашкар'ов А.О. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
РОЗРОБКА ТА ВЕРІФІКАЦІЯ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ МІКРОКЛІМАТУ В ТЕПЛИЦІ З ВРАХУВАННЯМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДІЄНТУ ПАРАМЕТРІВ.....	66
Сабо А.Г. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
ЗАСТОСУВАННЯ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ	68
Гомонець О.П. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	
СИСТЕМА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ, ЗБОРУ ТА ПЕРЕРОБКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР У БИОМЕТАН	71
Шворов С.А., Комарчук Д.С., Чирченко Д.В., Охріменко П.Г. <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР ТНВД ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ МТА.....	74
Вороновский И.Б. <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ІМОВІРНІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІНТЕНСИВНОСТІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	76
Голик О. П., Жесан Р. В., Зубенко В. О. <i>Кіровоградський національний технічний університет</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.....	78
Заболотный А. П., Федоша Д. В., Даус Ю. В. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ТЕПЛОВІДДАЧІ ПРИ ЧИСЕЛЬНОМУ МОДЕЛЮВАННІ ТРУБНОГО ПУЧКА	79
Троханяк В.І. <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	
МАГНІТОГІДРОДИНАМІЧНИЙ СЕПАРАТОР ПЛОДІВ ТОМАТІВ	81
Куценко Ю.М. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i> Лукашенко М.І. <i>Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет</i>	

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ВЛАСНИХ ПОТРЕБ ТЕС НА ОСНОВІ ГРУПОВОГО КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМАМИ.....	85
Лазурнеко О.П., Кругол М.М. <i>Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»</i>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МАГНЕЗИТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ	86
Зиновкин В.В., Мирный В.О. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
ВИКОРИСТАННЯМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ	87
Кунденко М.П., <i>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка</i>	
ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МАГНЕЗИТОВЫХ ОГНЕУПОРОВ	89
Мирный В.О., Зиновкин В.В. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
АСИНХРОННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД НА БАЗІ ПЕРЕТВОРЮВАЧА НАПРУГИ З ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНИМ КЕРУВАННЯМ	90
Голодний І.М., Санченко О.В. <i>Національний університет біоресурсів і природокористування України</i>	
СИНТЕЗ ЗАМКНУТОЙ ЕЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАЗРЫВНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ИТЕРАЦИОННЫМ РЕГУЛЯТОРОМ.....	92
Волянский Р.С. <i>Днепродзержинский государственный технический университет</i>	
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ВОДОСНАБЖЕНИЯ АПК.....	94
Соломаха А.В. <i>Запорожский национальный технический университет</i>	
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ.....	95
Ковальчук І. М. <i>Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка</i>	
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА БАЗІ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО МОТОБЛОКУ	97
Ковальов О.В. <i>Таврійський державний агротехнологічний університет</i>	

ОЦІНКА НОРМАЛЬНОСТІ РОЗПОДІЛУ СТРУМУ ВИТОКУ ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ В МЕРЕЖАХ 0,38 кВ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	99
Герасименко В.П. <i>ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»</i>	
ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ УБОРОЧНОГО ПРОЦЕССА.....	101
Леженкин И.А. <i>Таврический государственный агротехнологический университет</i>	
ЗМІСТ.....	103
<i>Абетковий покажчик авторів</i>	
Антипов Е.А., аспірант.....	22
Бабенко А.А., к.т.н., доцент.....	41
Башилов А.М., д.т.н., професор.....	27
Березюк І.А., к.т.н., доцент.....	59
Богатирьев Ю.О., інженер.....	50
Борохов І.В., к.т.н., доцент.....	48
Вендин С.В., д.т.н., професор.....	41
Вовк О.Ю., к.т.н., доцент.....	12, 14
Волянский Р.С., к.т.н., доцент.....	95
Вороновский И.Б., к.т.н., доцент.....	77
Вороной Н.С., к.т.н., доцент.....	37
Голик О. П., к.т.н., доцент.....	79
Голодний І.М., к.т.н., доцент.....	93
Гомонець О.П., інженер.....	71
Гулевський В.Б., к.т.н., доцент.....	45
Даус Ю. В., аспірант.....	81
Диордиев В.Т., д.т.н., професор.....	57
Жесан Р. В. к.т.н., доцент.....	79
Журавель Д.П., к.т.н., доцент.....	8
Журавель Д.П., к.т.н., доцент.....	52
Заболотный А. П., к.т.н., доцент.....	81
Залужный М.Ю., інженер.....	34
Зиновкин В.В., д.т.н., професор.....	34, 89, 92
Зубенко В. О., к.т.н.....	79
Катюха І.А., аспірант.....	24
Кашкарьев А.О., к.т.н., доцент.....	66
Квітка О.С., аспірант.....	12, 14
Квітка С.О., к.т.н., доцент.....	12, 14
Ковальов О.В., інженер.....	100
Ковальчук І. М., інженер.....	98
Комарчук Д.С., к.т.н., доцент.....	74
Корнус Т.М., інженер.....	10
Кругол М.М., інженер.....	88
Ксенз Н.В., д.т.н., професор.....	29, 37
Кунденко М.П., д.т.н., професор.....	90
Курашкин С.Ф., к.т.н., доцент.....	20
Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент.....	16
Куценко Ю.М., д.т.н., професор.....	84
Кушлик Р.В., к.т.н., доцент.....	52
Лазурнеко О.П., к.т.н., професор.....	88
Леженкин И.А., інженер.....	101
Леонтьев Н.Г., к.ф-м.н., доцент.....	37
Лисенко В.П., д.т.н., професор.....	6
Лобода О.І., к.т.н., доцент.....	62
Лукашенко М.І., інженер.....	84
Мартиненко О.І., професор.....	3
Мирный В.О., аспірант.....	89, 92
Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент.....	18
Новіков Г.В., керівник ПП «АСКОН»	64
Осадчий С.І., д.т.н., професор.....	59
Охріменко П.Г., аспірант.....	74
Перова Н.П., інженер.....	51
Попова І.О., к.т.н., доцент.....	16
Рижков А.О., к.т.н., доцент.....	18, 43
Сабо А.Г., к.т.н., доцент.....	69
Санченко О.В., аспірант.....	93
Сілі І.І., аспірант.....	55
Скриннік І.О., к.т.н., доцент.....	59
Соломаха А.В., інженер.....	97
Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент....	12, 14, 47
Тиховод С.М., д.т.н., професор.....	10
Тодоріко О.М., інженер.....	53
Токмаков І.В., аспірант.....	10
Толстоухова Т.Н., к.т.н., доцент....	29, 37
Троханяк В.І., аспірант.....	82
Федотова М.О., аспірантка.....	59
Федоша Д. В., інженер.....	81
Федюшко Ю.М., д.т.н., професор.....	26
Финенко В.Ю., інженер.....	37
Чирченко Д.В., аспірант.....	74
Шворов С.А., д.т.н., професор.....	74

