

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА
ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
Рада молодих учених та студентів
Енергетичний факультет



Матеріали
науково-технічної конференції
студентів та магістрантів

Випуск XI, том II



УДК 631
М34

Матеріали науково-технічної конференції студентів та магістрантів
Таврійського державного агротехнологічного університету.
Випуск XI. Том II. - Мелітополь: ТДАТУ, 2012. - 318 с.

До збірки ввійшли матеріали учасників науково-технічної конференції студентів магістрантів Таврійського державного агротехнологічного університету на базі енергетичного факультету за підсумками науково-дослідної роботи за 2011 рік.

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

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

Редакційна колегія:

Федюшко Ю.М. – д.т.н., професор (декан Енергетичного факультету);

Дідур В.А. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ГіТ");

Діордієв В.Т. – к.т.н., професор (завідувач кафедри "АСВ");

Куценко Ю.М. – к.т.н., доцент (завідувач кафедри "АЕП");

Мунтян В.О. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ЕСГ");

Никифорова Л.Є. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ЕТ в АПК");

Овчаров В.В. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ТЗЕ").

Укладач: Кашкар'ов А.О.
асистент кафедри
"Автоматизація сільськогосподарського виробництва".

Матеріали розміщено на сайті Енергетичного факультету ТДАТУ:
<http://energo-tdatu.narod.ru/> ⇒ Розділ "Наукова робота"

Адреса редакції:
ТДАТУ, Енергетичний факультет
Просп. Б. Хмельницького 18,
м. Мелітополь, Запорізька обл.,
72312 Україна

ЗМІСТ

ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АПК

18



АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 6(10) кВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Баєва Є.В., 4 курс; Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 19

Розглянуті питання аналізу пристроїв захисту ліній електропередач, які необхідно враховувати при підключенні споживачів. Запропонований пристрій захисту від аварійних режимів роботи як найбільш ефективний та економічний.



АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Дробот О.В., 3 курс; Сотнік О.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 22

Проаналізовано способи компенсації реактивної потужності в сільських низьковольтних мережах побутового призначення.



ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Дубина Ю.І., 3 курс; Коваленко О.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 25

Розглянуто джерела безперебійного живлення, які являють собою автоматичні пристрої, призначені для забезпечення споживчого навантаження електроживлення у випадку перебоїв напруги, а також для коригування даної напруги. Завдяки ДБЖ, тимчасова відсутність напруги в електромережі залишиться непомітною, і вона зможе працювати в звичайному режимі. В цьому випадку блок безперебійного живлення, залучаючи електроенергію, накопичену в акумуляторних батареях, забезпечуватиме систему стабільним електроживленням.



ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Коваленко І.В., 1 курс; Кащєєва А.І., 3 курс; Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 28

Запропонована методика розрахунку терміну окупності заміни ЛР на ЕЗЛ. Для освітлення навчальних закладів така заміна окупається за 80 діб.



ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБМЕЖУВАЧІВ ПЕРЕНАПРУГ ЯК ЗАСОБУ ЗАХИСТУ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ

Щербакова О.І., 3 курс; Коваленко Л.Р., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 33

Описано сучасні нелінійні обмежувачі перенапруг та їх застосування. Наведено переваги сучасних ОПН з варисторами, які вмикаються в електричну мережу без іскрових проміжків, мають різко нелінійну вольт-амперну характеристику. Наведений приклад нелінійних обмежувачів перенапруг типу ОПН/TEL.



ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СІЛЬСЬКИХ ПОБУТОВО-КОМУНАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ

Тарасюк Д.О., 3 курс; Сотнік О.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Запропоновано пристрій для вимірювання позірної енергії в мережах однофазного струму, на основі індукційного лічильника.

35



ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО СЕКЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ

Шемет С.В. 5 курс; Лисенко О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз впровадження пунктів автоматичного секціонування повітряних розподільчих мереж. Розглянутий варіант зменшення недовідпускання електричної енергії споживачам з застосуванням сучасних комутаційних апаратів - реклоузерів.

39



ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ІСНУЮЧІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Прокопович Є.В. 4 курс; Лисенко О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз чинників, що впливають на пропускну спроможність електричних мереж при паралельній роботі з вітроелектростанцією. Розглянуті можливі варіанти зменшення впливу генераторів вітроелектростанцій на пропускну спроможність існуючої мережі.

41

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В АПК

43



АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ МАШИН ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

Дюкова К.В., магістрант; Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена покращенню якості молока та молочної продукції, впровадженню у виробництві високопродуктивної потоково-технологічної лінії з виробництва молочних продуктів, надійності та ефективності роботи сепаратора CSE 45-01-177.

44



ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Оленюк О.І., 3 курс; Мороз О. М., д.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
У роботі розглядаються механізми інформаційної дії електромагнітного поля на розвиток біологічних об'єктів.

49



ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ УСТАНОВКИ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ

Гапоненко А.Л., 4 курс; Рижков А.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено джерело живлення установки високовольтної електроміпульсної обробки лігноцелюлозної біомаси на базі генератора Маркса.

50



ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Пешков М., 3 курс; Нестерчук Д.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

53

Робота присвячена аналізу електричних властивостей п'єзоелектричних перетворювачів. Обґрунтована робоча область частот п'єзоелектричних перетворювачів та розглянуте питання впливу частоти коливань на вихідну напругу перетворювачів.



ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СИЛИ ВЗАЄМОДІЇ ВІД НАПРУГИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ЯВИЩА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ

Куценко Д.Ю., 11 клас; Коваленко А.М., учитель вищої категорії; Куценко Ю.М., к.т.н.

Мала академія наук України,

Мелітопольська загальноосвітня школа № 4,

Таврійський державний агротехнологічний університет

56

Розглянуті теоретичні основи явища електромагнітної індукції та проведені експериментальні дослідження залежностей в процесі вивчення даного явища.



ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ПРИ ДЕЗОДОРАЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Потапенко О.Ю., 5 курс; Назаренко І.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

60

В роботі надані результати досліджень щодо використання електростатичного поля в процесі дезодорації рослинних олій. Показано, що неоднорідне електростатичне поле визиває інтенсифікацію процесу випаровування жирних кислот.



ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ В НВЧ ДІАПАЗОНІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

Заваденко Д.С., магістрант; Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

64

Експериментальне визначення діелектричних характеристик харчових продуктів. Показані діелектричні характеристики основних харчових продуктів на прикладі замороженого м'яса.



ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Юркіна І.Ю., 3 курс; Коваленко Л.Р., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

67

Розглянуто способи знезараження води за допомогою електротехнічних методів, що слугують для створення надійного бар'єру на шляху передачі водним шляхом збудників інфекційних хвороб. Методи знезараження води спрямовані на знищення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, чим забезпечується епідемічна безпека води.



КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАГРІВУ ЗЕРНА ПРИ ЙОГО СУШІННІ

Урсул С.В., магістрант; Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

69

Представлена методика визначення критеріїв ефективності нагріву зерна при його сушінні при використанні НВЧ енергії.



ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ І ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Білялов Е.Р., 5 курс; Шушара О.О., 4 курс; Мисов Д.М., 1 курс; Жарков В.Я., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет

72

Пропонується для подовження терміну експлуатації та поширення впровадження
КЛЛ застосовувати їх ремонт. Розглянута технологія діагностики і ремонту КЛЛ.



ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ

Безверхий О.О., 4 курс; Крузін Є.В., 4 курс; Вужицький А.В., інженер.
Таврійський державний агротехнологічний університет

77

Представлено аналіз способів виготовлення олії. Наведено розрахунок
доцільності застосування індукційного нагріву при виробництві олії.



ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ ВІД ЧАСТОК В ЕЛЕКТРОФІЛЬТРАХ

Філіпішен М. В., 1 курс; Гулевський В.Б., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет

81

Робота присвячена питанням вилучення з промислових газів зважених рідких або
твердих часток шляхом іонізації цих часток при проходженні газу через область
коронного розряду і наступного осадження на електродах.



РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРИРОСТУ КРОПУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В ТЕПЛИЦІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА

Судольський І.П., 5 курс; Семенюк Л.В., 5 курс; Сабо А.Г., к.т.н.
Таврійський державний агротехнологічний університет

84

В роботі наведено результат експерименту з визначення залежності між добовим
приростом кропу, що вирощується в теплиці, від таких факторів середовища, як добова
сума фотосинтетичної радіації (ФАР) в теплиці та концентрації двоокису вуглецю при
умові підтримання постійної температури та вологості повітря в теплиці. Отримане
рівняння регресії дає змогу визначати необхідність штучного досвічування кропу у
теплиці в залежності від вказаних факторів з метою отримання якісної продукції.



РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ НВЧ-СУШІННЯ ПРОДОВОЛЬЧОГО ЗЕРНА

Кривенко Є.Г., 4 курс; Лобода О.І., інженер.
Таврійський державний агротехнологічний університет

88

Пропонована установка для НВЧ-сушіння зерна у потоці, розглянутий вплив
магнетронів між собою та досліджено рівень поглинання НВЧ-енергії при проходженні її
через різні шари зерна.



РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ СТРОБОСКОПІВ І СТРОБОСКОПІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Муковоз О.В., Калина Б.А., 5 курс; Балахонов О. М., к.т.н.

91

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка
Запропоновано схема і облаштування стробоскопа з потужними світлодіодами,
які дозволяють значно підвищити надійність роботи цифрових стробоскопічних
вимірювачів ковзання асинхронних двигунів.

**РОЗРОБКА ОПТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР****Стрюк О.В., 11 клас; Старовойтов А.Г., 4 курс; Богатирьов Ю.О., інженер.**

Великолепетиська загальноосвітня школа №1,

Таврійський державний агротехнологічний університет

95

В статті розглянуто гіпотезу про те, що в разі використання оптичної електротехнології передпосівної обробки насіння зернових культур, заснованої на використанні поля коронного розряду і ультрафіолетового опромінення, підвищуються основні показники якості насіння зернових культур.

**РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ НВЧ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ РІДИННИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОДУКТІВ****Зайцев Д.Г., 4 курс; Лобода О.І., інженер.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

98

Представлено зразок пристрою для використання при знезараженні рідинних сільськогосподарських продуктів (молока) в умовах потокової технологічної лінії.

**РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА****Савченко О.О., 2 курс; Вороновський І.Б., к.т.н.; Зубкова К.В., інженер.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

100

В статті розглядається схема установки для сушіння насіння соняшника.

**ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ СТОКІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ЗРОШЕННЯ ПОЛІВ****Давидченко Н.В., 4 курс; Чумак В.О., інженер.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

103

Розглянуто загальні методи очищення стоків тваринницьких комплексів та запропоновано технологію їх обробки з метою використання для зрошення сільськогосподарських угідь.

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В АПК**107****АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ****Антоненко В.В., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.**

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

108

В статті проведено аналіз існуючих методів та способів проведення лабораторних та експериментальних досліджень та обґрунтовано можливість застосування імітаційного моделювання електромеханічних систем на основі використання програми MatLab/Simulink.

**АНАЛІЗ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА****Шейко Д.О., 3 курс; Гузенко В.В., інженер.**

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

110

Описаний трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором моделлю, зручною для аналізу змін його енергетичних показників при різних значеннях всіх показників якості напруги живлення.



**ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ РОЗПОДІЛЕННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БОРОШНОМЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**
Саржан С.В., магістрант; Карпова О.П., к.т.н., Постнікова М.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

114

Визначений вид розподілення питомих витрат електроенергії на борошномельних підприємствах.



**ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННІ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ**

Подкур О.О., 2 курс; Миронець С.Д., інженер.

ВСП «Мелітопольський коледж Таврійського державного агротехнологічного університету»

118

Представлено технічне рішення використання сучасних технологій для забезпечення водопостачання сільськогосподарських споживачів.



**ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ І РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ
РОЗРЯДКИ КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ**

Осіпов Д.І., 2 курс; Катюха І.А., аспірант; Катюха А.А., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

122

Наведений аналіз особливостей будови і експлуатації лужних і кислотних акумуляторних батарей. Розроблений пристрій навантаження для розрядки кислотних акумуляторних батарей при виконанні контрольно-тренувального циклу.



**ЕКОНОМІЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ВІДЦЕНТРОВИХ
ВЕНТИЛЯТОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ**

Карнаух В.С., Ковальчук С.М., 4 курс; Вужицький А.В., інженер; Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

126

Представлено способи регулювання повітряного потоку відцентрових вентиляторів. Проведено розрахунок економії електроенергії при різних способах регулювання. Більш економним виявився спосіб при частотному регулюванні.



**ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ
М'ЯКОГО ПУСКУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

Каліта М.С., 4 курс; Тищенко О.К., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

131

В роботі досліджені методи запуску асинхронних двигунів та доведена ефективність пристрою м'якого пуску типу ASAB-0023B.



**ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСНОЇ
СТАНЦІЇ ЗРОШЕННЯ**

Студеникін Р.О., магістрант; Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

133

Проаналізовані найбільш поширені системи захисту електроприводів насосної станції зрошення.



**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З
КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ОДНОФАЗНОЇ МЕРЕЖІ**
Єлізаров Д.В., 5 курс; Ковальов О.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

138

Представлено особливості роботи трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором від мережі однофазного струму.



ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Троц А.В., магістрант; Зайцев Б.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

141

Роботу присвячено проблемі регулювання подачі зерна до зерноочисної машини в залежності від того наскільки завантажений привід цієї машини.



ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТРАНСПОРТЕРА НА БАЗІ ПРИСТРОЇВ ПЛАВНОГО ПУСКУ

Шевченко С.С., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

144

В роботі проведено аналіз експлуатаційних умов, в яких працює електропривод скребкового гноєзбирального транспортера, розглянуті недоліки та переваги існуючих способів пуску АЕП та наведено обґрунтування застосування пристрою плавного пуску ЕП скребкового гноєзбирального транспортера.



ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Степаненко І.В. 5 курс; Хандола Ю.М. к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

146

Розглянуті параметри регульованого електроприводу вібраційних робочих органів ґрунтообробних машин. Встановлено, що приводні масивно-роторні двигуни дають можливість зменшити пульсацію струму та моменту за рахунок підвищеного опору роторного кола, в результаті чого втрати енергії в приводах зменшуються



ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ ДВИГУНІВ

Верещагін Д.В., 5 курс; Кізім І.В., інженер; Богатирьов Ю.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

150

В даній статті пропонується мікропроцесорний пристрій захисту асинхронних електродвигунів призначений для виключення двигуна при різних аварійних режимах його роботи.



ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Квітка О.С., Павленко І.М., магістрант; Чорненький В.А., 4 курс; Квітка С.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

153

Представлено пристрій захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. Наведено структурну схему пристрою захисту, який реалізований на базі мікроконтролера.



РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК ЗА РАХУНОК ЗМІНИ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Карпенко В.О., 5 курс; Ільчов І.П., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

156

В статті розглянуте питання застосування частотного методу регулювання вентиляційних установок



РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ В ПТАХІВНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Брижик О.М., 4 курс; Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка 158
Проведено аналіз впливу швидкісних режимів роботи вентиляційних систем на енергоємність та якісні характеристики технології забезпечення мікроклімату пташників.



РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Гончарова Т.Ю., магістрант; Попова І.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 163
В роботі наведена структурна електрична схема пристрою, виконаного на базі мікроконтролер, який виконує контроль, діагностування і захист групи асинхронних двигунів.



СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

Шепель А. В., 4 курс; Тищенко О.К., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка 167
Запропонована система керування та захист асинхронного електродвигуна, яка спроможна миттєво вимкнути з мережі електродвигун при неповно фазному режимі роботи, при досягненні певної температури обмоток та за певною швидкістю її заміни.



ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОСОБІВ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИХ МІКРОДВИГУНІВ

Черкас С.І., магістрант; Ковальов О.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет 170
Проведені теоретичні дослідження особливостей конструкції та способів керування асинхронних мікродвигунів, які використовуються у промислових та побутових агрегатах.



ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ОЧИСНИХ МАШИН ЗЕРНОПУНКТІВ

Сова О.С., 5 курс; Карпова О.П., к.т.н., Постнікова М.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 174
Проведена техніко-енергетична оцінка очисних машин зернопунктів.



УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Сілі І.І., магістрант; Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 176
Стаття присвячена актуальній проблемі енергозбереження в агропромисловому комплексі України.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК 180**ВИКОРИСТАННЯ ЄМНІСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН****Височенко Ю.О., 1 курс; Нестерчук Д.М., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

181

Робота присвячена дослідженню та аналізу області застосування параметричних ємнісних перетворювачів. Обґрунтовані переваги та недоліки ємнісних перетворювачів, розроблена їх класифікація та охарактеризовані конструктивні особливості ємнісних перетворювачів.

**ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК****Сафонов О.В., 2 курс; Сафонова Ю.В., 2 курс; Лобода О.І., інженер.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

184

Представлено приклад використання інформаційних технологій при експлуатації БГУ в умовах сільськогосподарського підприємства.

**ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБІВ ОСУШКИ ПОВІТРЯ В АПК****Кривошей В.Е., 3 курс; Кашкар'юв А.О., інженер; Петров В.О., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

187

Розглянуті способи осушки повітря та можливі перспективи використання такого обладнання у технологічних процесах АПК.

**ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ НЕЧІТКИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ З ЧИСТИМ ЗАПІЗНЮВАННЯМ****Шляпіна О.В., 3 курс; Лобода О.І., інженер.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

191

Представлено порядок модулювання нечітких регуляторів для об'єктів з запізнюванням з використанням можливостей симулятора.

**ВИРОЩУВАННЯ САДЖАНЦІВ ВІНОГРАДУ НА КРАПЕЛЬНОМУ ЗРОШЕННІ****Тищенко Т.С., 3 курс; Вороновський І.Б., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

194

В роботі надані результати досліджень що до вирощування саджанців винограду на крапельному зрошенні. Показаний найефективніший результат норм поливу та кількість внесення мінеральних добрив.

**ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ С ПОМОЩЬЮ GSM МОДУЛЕЙ SIMCOM****Галилеева Т.А., Типенко А.Ю., 3 курс; Курашкин С.Ф., к.т.н.**

Таврический государственный агротехнологический университет

198

Робота посвящена разработке системы дистанционного диагностирования режимов работы удаленных электрифицированных объектов.



ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ З МОДЕЛЮВАННЯМ НА КОМП'ЮТЕРІ

Блищик А.С., 5 курс; Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка. 201

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



ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ОБІГРІВУ ТА ПРОСЛУХОВУВАННЯ ВУЛИКА

Атрошенко В.С., 3 курс; Кащєєва А.І., 3 курс; Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 203

Описано розроблені авторами електричні пристрої для обігріву та прослуховування бджіл у вулику, спрямовані на підвищення їхньої продуктивності.



ЕЛЕКТРОННИЙ ЛЮКСМЕТР З ВИМІРЮВАННЯМ РІВНЯ УФ-ВИПРОМІНЕННЯ

Верещагін Д.В., 5 курс; Никифорова Л.Є., д.т.н., Кізім І.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет 208

Проведено аналіз фотоелементів з метою вибору первинного перетворювача, розроблена схема електрична принципова електронного люксметра і запропоновано його дослідний зразок.



ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Лашенко А.В., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 212

В роботі проведено аналіз існуючих зрошувальних систем та систем фертигації, виділено їх основні переваги та недоліки, а також обґрунтовано застосування частотно-регульованого електроприводу насосу в системі керування концентрації розчинів мінеральних добрив.



ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТАМІНАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГРАНУЛЬОВАНИХ КОМБІКОРМІВ

Стасенко А.С., магістрант; Кашкар'єв А.О., інженер; Діордієв В.Т., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 214

У статті пропонуються заходи зниження впливу контаметаційних процесів за рахунок впровадження технології "теплового щита" та автоматичної системи керування.



КОМБІНОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Ломиш В.В., 10 клас; Шевченко В.С., 4 курс; Жарков В.Я., к.т.н.

Мала академія наук України,
Загальноосвітня школа №4,
Таврійський державний агротехнологічний університет 219

Для керування вуличним освітлення СНП пропонується запатентований нами пристрій з використанням датчика руху і енергозберігаючих ламп.



МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЧАСТОТНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ШВИДКОСТІ

Ярошенко Д.О., 3 курс; Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 224

Проведено аналіз способів керування асинхронними двигунами на насосних станціях та обґрунтовано на отриманих показниках якість вибраного закону керування, як найбільш ефективного та економічного.



МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТДАТУ

Панасюк М.В., магістрант; Стручасв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет 226

У статті розглянуті питання модернізації системи опалення ТДАТУ за рахунок встановлення двоконтурної системи.



МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОШУКАЧІВ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК

Колеснікова О.О., 3 курс; Кашкарьов А.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет 229

У статті наведено різні схеми металошукачів, їх порівняння та пропозиції щодо використання у автоматизованих технологічних лініях.



ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСУШИЛЬНИМ АГРЕГАТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ

Шейко Д.А., 3 курс; Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 234

Досліджені системи керування електроприводами зерносушильним агрегатом, та проаналізовані методики дослідження, що в сукупності покращує якість роботи технологічного процесу по переробці зернових.



ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЛІНІЇ ПРОСОЧУВАННЯ ТКАНИНИ

Кардаш Д.О., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 237

В статті розглянуто роботу лінії просочування тканини, проведено аналіз існуючих технічних рішень, щодо вирішення оптимізації приводу просочування, сушіння та закатки просоченої тканини та обґрунтовано використання частотно-регульованого електроприводу з векторним керуванням.



РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПЕРЕСУВНИХ ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Гонтаренко М.В., 5 курс; Ільчов І.П., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка 239

В статті розглянуті питання підвищення ефективності ультрафіолетового опромінювання за рахунок обліку змінювання світловіддачі ламп при їх експлуатації.



РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ДВОКАНАЛЬНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

Верещагін Д.В., 5 курс; Кізім І.В., інженер; Богатирьов Ю.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

242

Запропонована схема простого у виготовленні терморегулятора на мікроконтролері, що здійснює регулювання температури по двохпозиційному (релейному) закону.



РОЗРОБКА ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА КОВЗАННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Ніфантьєв О.М., 2 курс; Вовк О.Ю., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

244

Робота присвячена аналізу методів вимірювання ковзання асинхронного електродвигуна та розробці первинного вимірювального перетворювача ковзання, який дозволить безперервно його контролювати у процесі експлуатації в умовах агропромислового комплексу.



СХЕМА КЕРУВАННЯ ТРИФАЗНИМ ІНВЕРТОРОМ НАПРУГИ

Большаков Д.О., магістрант; Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

247

Представлено принципова електрична схема трифазного інвертора напруги, який можливо використовувати, наприклад, у вітроенергетичної установці. Для розробленого інвертора напруги зняти діаграми вихідної напруги.



УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНИХ ПО ЧАСТОТІ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Орел І.О., магістрант; Вороновський І.Б., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

251

Наведено особливості розрахунку параметрів генератора з підстроюванням частоти в межах 2 % від частоти генератора.

ЗАСОБИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

254



МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗМАЩУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОЛОГІЧНИХ ПАЛИВ

Васько В. О., магістрант; Журавель Д.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

255

Робота присвячена розробці методики оцінки змащувальних властивостей біологічних палив.



МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КАВІТАЦІЇ У ПЕРЕРОБЦІ ВУГЛЕВОДНОЇ СИРОВИНИ

Заваденко Д.І., магістрант; Постол Ю.О., к.т.н.

Таврійська державна агротехнічна академія

259

Впливаючи на рідинне середовище енергією отриманої в результаті кавітації можна домогтися зміни її хімічного складу. Це необхідно при відділенні шкідливих домішок від вуглеводнів при нафтопереробці.

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ І НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ 262**АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**
Сокірба Д.О., 4 курс; Адамова С.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

263

Робота присвячена аналізу шляхів раціонального використання в технологічних процесах агропромислового виробництва енергії сонячної радіації та вітру, які розглядаються у зв'язку із сучасним станом енергетики.

**АВТОНОМНА МІКРОГЕНЕРУЮЧА УСТАНОВКА ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ З ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ КАНАЛОМ****Соловей Д.О., 11 клас; Верещагін Д.В., 5 курс; Жарков В.Я., к.т.н.**

Мала академія наук України, Мелітопольська спеціалізована школа №23, Таврійський державний агротехнологічний університет

266

Для короткочасного освітлення приміщення з вентиляційним каналом пропонується екологічно чистий пристрій з використанням мікроповітряної турбіни і світлодіодів.

**ВПЛИВ РЕЖИМІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ М'ЯТКИ РИЦІНИ НА ОЛІСВІДАЧУ****Буряк Д.В., 5 курс; Дідур В.А., д.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

271

Про проблеми дефіциту енергоресурсів та економічно ефективного отримання альтернативних джерел енергії.

**ГЕЛІОЕНЕРГЕТИКА****Гоц О.К., 1 курс; Кузнецов І.О., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

274

Розкрито механізм, способи та конструкцію пристроїв перетворення сонячної енергії у електричну.

**ЕНЕРГІЯ ВІТРУ****Комісаров В.С., 1 курс; Кузнецов І.О., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

276

Розкрито механізм перетворення енергії вітру у електричну та розглянуті екологічні аспекти цього питання.

**ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ОХОРОННОГО ОСВІТЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ КОМБІНАТУ ХЛІБОПРОДУКТІВ****Степовенко В.В., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.**

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

279

Запропонована система забезпечує живленням охоронне освітлення будівель комбінату хлібопродуктів, використовуючи нетрадиційні джерела енергії, а саме, сонячну енергію та кінетичну енергію потоку повітря. В основі енергозберігаючої автономної установки був узятий принцип перетворення генератором з вітровим колесом кінетичної енергії руху потоку повітря в трубі в електричну енергію.



ЗМЕНШЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

Сельоткін В.О., 11 клас; Панасюк М.В., магістрант; Жарков В.Я., к.т.н.

Мала академія наук України, Мелітопольська гімназія №10, Таврійський державний агротехнологічний університет

283

Для освітлення окремих ділянок дороги пропонується запатентований екологічно чистий пристрій з використанням ФЕП і світлодіодів.



ОЦІНКА РЕСУРСІВ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВІТРУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Штанько М.О., 4 курс; Адамова С.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

288

У роботі розглянуто питання енергетичної оцінки ресурсів енергії сонячної радіації та вітру і можливість застосування методики та програми статистичної оцінки використання цих видів природних ресурсів.



ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ФОТОБАТАРЕЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Скрипник Т.М., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

291

В статті проведено аналіз принципів перетворення сонячної енергії, розглянуті основні складові елементи та блоки, що входять до складу системи перетворення енергії сонця та обґрунтовані перспективи використання сонячних фото батарей для живлення сільськогосподарських споживачів.



ПРИСАДИБНА КОГЕНЕРАЦІЙНА ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА

Просвірін Д.М., 4 курс; Лучанінов В.Ю., 9 клас; Жарков В.Я., к.т.н.

Мала академія наук України, Семенівська загальноосвітня школа, Таврійський державний агротехнологічний університет

295

Розглянута будова запатентованої присадибної когенераційної вітроенергоустановки, в якій для отримання теплової енергії використано ІПЕВТ, а для електричної - багатополосний генератор на постійних магнітах.



РОЗРОБКА ВІТРОУСТАНОВКИ НА БАЗІ ТРИФАЗНОГО ЛІНІЙНОГО МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА

Шилов В. В., 3 курс; Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

300

В роботі проведено обґрунтування основних елементів конструкції вітроенергетичної установки на основі лінійного трифазного магнітоелектричного генератора та запропоновано область застосування даної установки.



СТАН СУЧАСНОЇ СВІТОВОЇ І ВІТЧИЗНЯНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИКИ

Зайцева І.В., магістрант; Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

302

Розглянуто стан світової і вітчизняної фотоенергетики. За 2011 рік Україна досягла значних успіхів в цій галузі, зокрема за рахунок впровадження «Зеленого тарифу».



СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОЇ ТА ВІТЧИЗНЯНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

Зайцева М.В., магістрант; Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

307

Розглянута стан світової і вітчизняної вітроенергетики. України у вітроенергетичній галузі значно відстає від лідерів. Треба розвивати малу вітроенергетику.



ШЛЯХИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Титаренко О. О., Костенко А. О., Сорочинська М. Ю., 5 курс; Тищенко О. К., д.т.н.

Харківський національний університет сільського господарства ім. П.Василенка

312

Розглянуті основні шляхи енергозбереження в сільському господарстві, проведено їх аналіз та запропоновані де які методики до їх актуальності в сучасному сільському господарстві.



Енергозабезпечення в АПК

УДК 621.316.333

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ 6(10) кВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Баєва Є.В., 4 курс;

Гузенко В.В., інженер.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка**Розглянуті питання аналізу пристроїв захисту ліній електропередач, які необхідно враховувати при підключенні споживачів. Запропонований пристрій захисту від аварійних режимів роботи як найбільш ефективний та економічний.*

19

Постановка проблеми. У сучасному сільському господарстві пріоритетним напрямком є розвиток енергетичного комплексу. Відомо, що надійність електропостачання залежить від якості і ефективності роботи повітряних ліній (ПЛ) електропередач 6(10) кВ [1]. Як показує практика, найбільш ймовірним аварійним режимом роботи є виникнення коротких замикань. Тому вірно вибраний захисний апарат є запорукою надійного електропостачання споживачів.

Аналіз останніх досліджень. Із-за цілого ряду особливостей електричних мереж напругою 6 (10) кВ, як повітряних так і кабельних ліній, імовірність їх пошкодження внаслідок виникнення короткого замикання є досить високою, а не ефективне спрацювання захисної апаратури може привести до виникнення пожежі і навіть загибелі людей. Саме правильний вибір захисту дозволяє відключити пошкодження найближчим захисним апаратом і істотно скоротити розмір збитку.

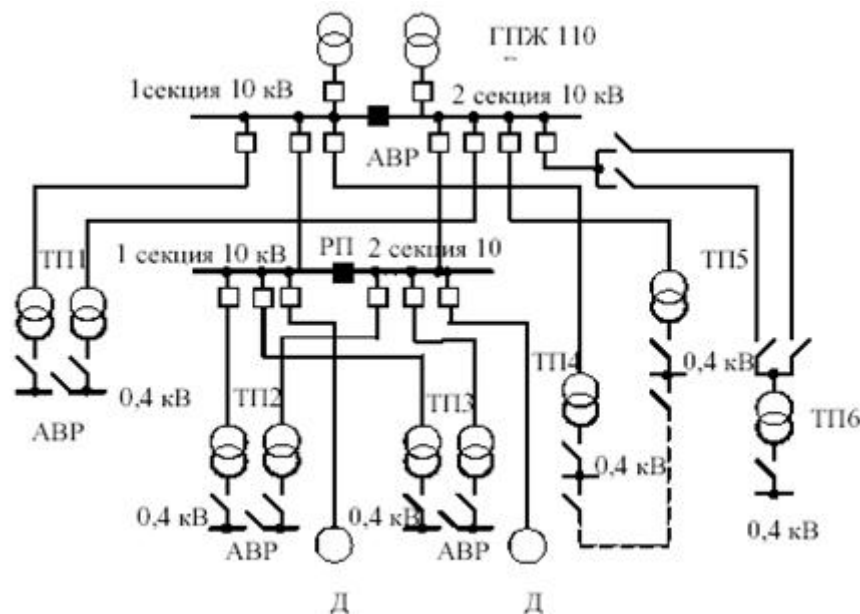


Рисунок 1 – Схема електропостачання об'єкту.

Під коротким замиканням розуміють аварійний режим, який характеризується різким спадом напруги по аперіодичному закону і значним підвищенням струму, тобто, в лінії відбувається переважання нестійких складових перехідного процесу з амплітудами. В наслідок цього проводи нагріваються – що призводить до збільшення витрат напруги.

Таким чином, короткі замикання представляють загрозу як для людини та тварин так і для електрообладнання в цілому.

Аналіз науково-технічної літератури дозволяє сформулювати основні причини коротких замикань до яких відносять: перенапругу грозового характеру, фізичне старіння ізоляції, механічні пошкодження ізоляції. Тому у відповідності до ПУЕ на ПЛ повинен бути встанов-

лений швидкодіючий захист, який з достатньою чутливістю та без витримки часу реагує на всі види аварійних режимів.

Мета статті. Проаналізувати існуючі пристрої захисту ліній від аварійних режимів, та надати характерні показники ефективності.

Основні матеріали дослідження. Промисловість випускає безліч різних апаратів для захисту ПЛ напруги 6(10) кВ від коротких замикань і перевантажень. Найбільш розповсюдженні пристрої: запобіжники, автоматичні вимикачі, дистанційний, та диференційний захист, але кожний з них має, як переваги так і недоліки.

У зв'язку з тим, що до сучасного релейного захисту пред'являють все більше вимог, то раніше застосовувані засоби захисту поступово замінюються на нові – більш досконалі, які мають більш високі показники надійності, чутливості та швидкодію [2].

З огляду на досягнуті в даний час в Україні рівні пристроїв захисту, можна сказати, що запобіжники та автоматичні вимикачі не задовольняють пред'явленим вимогам, щодо надійності, швидкодії та чутливості. Як показує практика, у багатьох випадках електричні мережі, незважаючи на формальну наявність захисту – максимально-струмових реле, автоматичних вимикачів, від пожежонебезпечних режимів не захищені.

В якості недоліків можна вважати:

- негативні наслідки затримки відключення.
- неселективну дію в тих випадках коли це недопустимо.
- нечутливість к деяким видам коротких замикань та перенапруг.
- виникнення уповільненої дії на аварійний режим.
- незахищеність від пожежонебезпечних режимів [3].

Так, останнім часом широкого розповсюдження находять мікропроцесорні пристрої релейного захисту типу РЗЛ-01.01, який випускає ВАТ Електротехнічний завод Релсіс (рис.2). Вони мають широкі можливості зміни захисних параметрів та забезпечують високу надійність спрацювання в разі виникнення аварійних режимів роботи. Пристрій призначений для здійснення функцій релейного захисту, автоматики, керування реєстрації та сигналізації: кабельних та повітряних ліній та трансформаторів.



Рисунок 2 – Мікропроцесорний пристрій релейного захисту типа РЗЛ-01.01.

Однією із основних переваг, яка цінується сьогодні особливо з огляду на майже 100% комп'ютеризацію процесів керування режимів роботи енергетичних систем є можливість пристрою підключатися до комп'ютера, та увійти у загальну автоматичну систему контролю за роботою електрообладнання об'єкту (рис.3).

Функцією захисту є максимально струмовий захист, кількість активних ступенів якого задається за допомогою уставок. Додатково є можливість активувати чи деактивувати любую ступінь: по дискретному входу, вручну за допомогою управляючих кнопок та з ПК через інтерфейс. Функція логічного захисту шин вимикача спрацьовує у випадку пуску активної ступені максимально-струмового захисту, а якщо здійснюється скидання пуску МСЗ, ЛЗШВ (логічний захист шин вимикача) знімає сигнал вихідного реле без затримки.

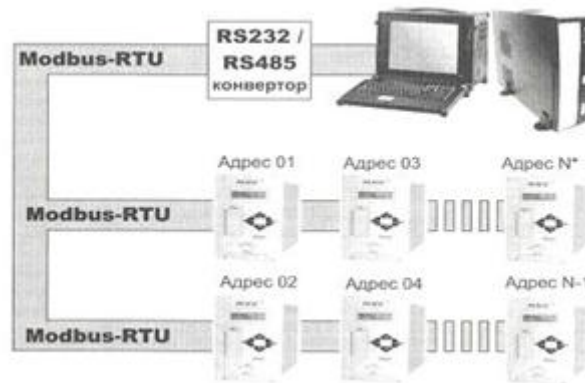


Рисунок 3 – Схема включення пристрою до системи збору інформації та під'єднання до комп'ютера.

За рахунок того, що деякі короткі замикання на ПЛ носять тимчасовий характер, то наявність автомата повторного вмикання вимикача є найбільш корисним та ефективним.

Вихідний сигнал ПРВВ (пристрою резервованої відмови вимикача) формується при спрацюванні струмових захистів пристрою (любої із ступені МСЗ) після затримки на час уставки.

Відповідно до методик вибору захисту, згідно ПУЕ, від коротких замикань, необхідна чутливість захисту лінії 6(10) кВ забезпечується при використанні сучасних мікропроцесорних пристроїв релейного захисту РЗЛ. Дані пристрої є надійним засобом електричного захисту і отримали міжнародне визнання.

Дослідження характеристик ефективності пристроїв захисту від аварійних режимів роботи лінії 6(10) кВ здійснювалось на основі порівняння ВАХ спрацювання запобіжників, автоматичних вимикачів, електромагнітних реле і мікропроцесорних реле. У відповідності з діючими методиками вибору захисту, згідно вимог ПУЕ, у разі виникнення коротких замикань необхідно забезпечити певний рівень чутливості апаратів. Аналіз ВАХ відповідних апаратів захисту показав, що найбільш ефективним є захист лінії при застосуванні сучасних мікропроцесорних пристроїв релейного захисту типу РЗЛ-01.01, РЗЛ-01.02, РЗЛ-01.03. Причому вони мають канали зв'язку для передачі на диспетчерський пульт інформації щодо даних аварійних відключень, перегляду та зміни уставок, контролю поточного стану пристрою, а також дистанційного керування дискретними виходами.

Однак, в наслідок достатньо високої вартості пристроїв (2,0-3,0 т. грн.) їх застосування оправдане у випадку досить високої імовірності виникнення короткого замикання на окремих ділянках ліній, та порівняно високої вартості електрообладнання, яке захищається.

Дані реле є програмовані і для зміни струмових вставок спрацювання або активізації певних функцій захисту обслуговуючий персонал повинен мати певний рівень кваліфікації зокрема в напрямку комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Висновок. Таким чином, застосування мікропроцесорних реле типа РЗЛ з одного боку забезпечує підвищення надійності захисту електричних мереж 6(10) кВ від короткого замикання, а з іншого боку вимагає детального техніко-економічного обґрунтування та підготовки обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел.

1. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. – М.: Энергоиздат, 2002. – 385с.
2. Соловьёв А.Л., Шабат М.А. Релейная защита городских электрических сетей 6 и 10 кВ. - М.: Высш.шк., 2001.-327 с.
3. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. – М.: Энергоиздат, 2006. – 639с.

УДК 631.371.621

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ СПОСОБІВ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СІЛЬСЬКИХ ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Дробот О.В., 3 курс;
Сотнік О.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Проаналізовано способи компенсації реактивної потужності в сільських низьковольтних мережах побутового призначення.

22

Постановка проблеми. У сільському побутовому електроспоживанні суттєво зросли реактивні навантаження, пов'язані з впровадженням побутових приладів і інтенсифікації робіт в підсобних господарствах сільських мешканців, що призвело до зниження коефіцієнта потужності побутового електропостачання, зменшення пропускної спроможності сільських електричних мереж, збільшення втрат електроенергії та погіршення її якості. Сільські побутові електроспоживачі оплачують електричну енергію, ураховану лічильниками активної енергії, тобто вони користуються одноставочним тарифом на активну енергію. Цей тариф, при низькому коефіцієнті потужності нею, не відображає всі види народногосподарських витрат, пов'язаних з виробництвом, передачею і розподілом електричної енергії, не сприяє їх зменшенню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час побутові споживачі оплачують за спожиту активну електроенергію, а відповідно не має стимулу для компенсування реактивної потужності.

Мета статті. Визначення впливу коефіцієнта потужності на втрати в низьковольтних мережах побутового призначення та шляхи компенсації додаткових витрат, пов'язаних з низьким коефіцієнтом потужності даних мереж.

Основні матеріали дослідження. Житловий сектор є найменш керованим споживачем електроенергії. Планувати економію електроенергії в цьому секторі через наявність великої кількості вузлів навантаження, різноманітності електроспоживачів та різних режимів роботи цих приладів ускладнено. Використання електроенергії для обігріву житлових приміщень, підігріву води дало б можливість покращити техніко-економічні показники електричних мереж. Наприклад у Норвегії при опаленні житлових будинків майже на 95% використовують електричну енергію [1]. В Україні використання двозонних тарифів також дозволило би знизити витрати на оплату цих послуг в 3-4 рази, разом з тим підвищився би комфорт [2].

Але населення мало інформовано про існування таких тарифів, та і всі грошові витрати пов'язані із встановленням дво-, три-тарифних лічильників активної енергії несе споживач. За даними статистики у 2007 році кількість абонентів, які користувалися такими лічильниками склала 8389 або 0,17% від загальної кількості електроспоживачів в Україні [2]. Тому поширення таких лічильників в сільському побуті дуже повільне.

Встановлювати ж лічильники реактивної енергії населення незацікавлене тому, що оплачується за тарифом лише активна електрична енергія.

А отже одним із головних методів боротьби за економію електроенергії в сільському житловому секторі на теперішній час є роз'яснення і переконання.

Впровадження побутових електроприладів в побут сільського населення, інтенсифікація робіт, пов'язаних з обслуговуванням підсобних господарств призвели до того, що коефіцієнт потужності в цих мережах менший, ніж в мережах промислових підприємств, де установлюються засоби компенсації реактивної потужності [3].

Одержані нами результати підрахунку середнього зваженого коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання не тільки визначають значення $\cos\phi$ при різному

навантаженні мережі, але підтверджують його низький рівень і необхідність компенсації реактивної потужності сучасного побутового електроспоживання.

Враховуючи, що значення середнього зваженого коефіцієнта потужності, дає правильні уявлення про цю величину в процесі її зміни, оцінка факторів, аналіз і визначення критеріїв для вивчення проблеми компенсації реактивної потужності повинні бути основані на фактичному матеріалі експериментальних досліджень побутового електроспоживання.

Існують два принципово різні способи компенсації реактивної потужності: - груповий; - індивідуальний.

У міській енергетиці є спроби використати для компенсації реактивної потужності побутових навантажень групову керовану компенсацію, місцеву групову компенсацію і індивідуальну групову компенсацію [4].

Сучасні побутові електроприлади досить часто не допускають тривалих перебоїв в електропостачанні. Це в першу чергу відноситься до холодильників. Протягом багатьох років розвиток сільських електричних мереж і вдосконалення їх експлуатації здійснювались в напрямку максимального спрощення електричного обладнання трансформаторних пунктів, підвищення надійності електропостачання побутових споживачів. Розміщення у трансформаторних пунктах, які не обслуговуються, групової регулюючої компенсації призводить до зниження надійності електропостачання споживачів.

Суттєвим недоліком групової компенсації є те, що ускладнюється електрообладнання трансформаторної підстанції, скорочується термін періодичних профілактичних робіт, збільшується штат обслуговуючого персоналу. При цьому зростає вартість будівельної і монтажної частини трансформаторної підстанції. Нарешті, при цих недоліках, групова регульовальна компенсація не розв'язує головної задачі: додаткові втрати електроенергії від реактивного побутового навантаження повністю залишаються в низьковольтних мережах, тобто там, де втрати мають найбільше значення. Тому групова регульовальна компенсація для сільських побутових мереж не може бути рекомендована.

Індивідуальна компенсація в порівнянні з груповою компенсацією більш придатна для побутового електроспоживання як для міста так і для села: виключаються втрати на пристрої автоматичного регулювання ємності конденсаторних батарей, відпадає необхідність реконструювати і збільшувати об'єм трансформаторних пунктів, не ускладнюється експлуатація сільських мереж, покращується якість електричної енергії - напруга підвищується і стабілізується, зменшуються втрати електроенергії і за рахунок цього збільшується пропускна спроможність сільських низьковольтних мереж. Практичне здійснення індивідуальної компенсації по суті не потребує ніяких складних підготовчих заходів. Наприклад деякі автори пропонують встановлювати конденсатори малої потужності разом із ввімкненим двигунним навантаженням (насоси, електропили, корморізки тощо) [5]. Однак, як показано в працях [6-8] індивідуальна компенсація має суттєвий недолік - погіршується в порівнянні з груповою компенсацією використання компенсуючої потужності. Для здійснення індивідуальної компенсації необхідно, щоб споживач, перед усім, був зацікавлений в компенсації реактивної потужності. Незважаючи всі вище перераховані переваги індивідуальна компенсація реактивної потужності для сільських побутових мереж не може бути запропонована як досконалий метод підвищення коефіцієнта потужності. При місцевій груповій компенсації батареї конденсаторів устанавлюють на ввіді в будинки і вмикають на лінійну напругу. Однак, ця компенсація, як і групова регулююча компенсація є "жорсткою", яка не відповідає специфічним умовам побутового електроспоживання з безперервною зміною реактивної потужності.

Місцева групова компенсація, як і групова регулююча компенсація, не може забезпечити компенсацію реактивної потужності в оптимальному режимі, яка здійснюється при індивідуальній груповій компенсації. Індивідуальна групова компенсація в порівнянні з індивідуальною компенсацією значно збільшує час використання ємності.

При індивідуальній груповій компенсації, ємність, яка устанавлюється індивідуально для кожного споживача реактивної енергії, використовується з урахуванням роботи групи споживачів і тому може бути зменшена відповідно до режиму одночасної роботи групи споживачів.

У сільській місцевості переважають індивідуальні будинки, в яких кількість працюючих електроприладів, які споживають реактивну потужність, змінюється як протягом дня, так і протягом року. Тому застосувати групову індивідуальну компенсацію неможливо.

З наведеного короткого аналізу видно, що в сільських побутових мережах компенсація реактивної потужності побутового електроспоживання не дає позитивного ефекту.

Оскільки споживач оплачує лише електричну енергію враховану лічильником активної енергії, то як вже було зазначено вище, він не буде турбуватися про рівень коефіцієнта потужності. А втрати викликані реактивною потужністю є суттєвими. Наприклад: якщо взяти трансформаторну підстанцію за рік вона відпускає 28 тис. якщо брати середньорічний коефіцієнт потужності 0,7 і , то ми не доодержуємо 12 тис. кВА. Отже можна підрахувати збитки які несе електропостачальна компанія.

Одним з методів компенсації додаткових витрат енергосистеми, пов'язаних з покриттям додаткових втрат електроенергії в мережах, які викликані зниженням коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання, є удосконалення системи розрахунків сільських побутових споживачів з енергосистемою за використану електроенергію. А саме для стимулювання компенсації реактивної потужності доцільно було б ввести тариф для обліку за повною електроенергією [9].

Таким удосконаленням може бути зміна виду тарифу на оплату електроенергії з активної на повну. При оплаті повної енергії споживач бути зацікавлений підтримувати значення коефіцієнта потужності на високому рівні.

Висновок. Проведений аналіз існуючих способів компенсації реактивної енергії побутового електроспоживання показав, що в сільських побутових електромережах компенсація реактивної потужності не дає позитивного ефекту. Компенсувати втрати викликані реактивною потужністю в низьковольтних мережах побутового призначення можна змінивши вид тарифу електроенергії з активної на повну.

Список використаних джерел

1. Дмитриев Г.С. Нефть, газ, вода и ветер в энергетике Норвегии / Г.С. Дмитриев. - М.: Наука: Энергия –№5,- 2007.- С.10 – 17.
2. Степаненко В. Замещение природного газа на ночную электроэнергию в бюджетной сфере городов Украины / В. Степаненко, С. Догаев //Электрические сети и системы.- №5,- 2008.- С. 6 – 10.
3. Сотнік О.В. Математичні моделі коефіцієнта потужності сільського побутового електроспоживання / О.В. Сотнік, О.М. Балахонов, М.М. Вітренко, М.С. Сорокін // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Проблеми енергозбереження та енергозабезпечення в АПК України». – Харків: ХНТУСГ, 2008.- Вип.73. –Т. 1.- С. 100 – 101.
4. Нагорний П.Д. Компенсация реактивной энергии в розподільних мережах 10-0,4 кВ / П.Д. Нагорний // Новини енергетики. –№3,- 2002.- С. 64-66.
5. Данько Р.А. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях // Электрические сети и системы.- №1,- 2008.- С. 12 – 19.
6. Лидес А.Я. Рациональная компенсация реактивной мощности бытового электропотребления.// Автореф. дис. канд. техн. наук. – М.: 1971. - 23с.
7. Омельчук А.О. Щодо компенсації реактивної потужності в мережах споживачів електричної енергії.// Енергетика и электрификация. - №6,- 2004.- С.19.
8. Соломчак О.В. Методика вибору та порівняння варіантів компенсації реактивної потужності.// Енергетика и электрификация.-№9,- 2004.- С. 23
9. Нагорний П.Д., Назаров В.В., Шпак О.А., Малядних О.В. Про компенсацію реактивної потужності використання резервних джерел живлення. // Енергетика и электрификация.- №5,- 2005. – С.30-33.

УДК 621.316.3

ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ

Дубина Ю.І., 3 курс;

Коваленко О.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто джерела безперебійного живлення, які являють собою автоматичні пристрої, призначені для забезпечення споживчого навантаження електроживлення у випадку перебоїв напруги, а також для коригування даної напруги. Завдяки ДБЖ, тимчасова відсутність напруги в електромережі залишиться непомітною, і вона зможе працювати в звичайному режимі. В цьому випадку блок безперебійного живлення, залучаючи електроенергію, накопичену в акумуляторних батареях, забезпечуватиме систему стабільним електроживленням.

Постановка проблеми. Неякісне електроживлення украї негативно впливає на техніку: сильні сплески напруги здатні вивести з ладу блоки живлення і мікросхеми, а систематичні проблеми з електроенергією викликають передчасне старіння апаратури. Уникнути таких неприємностей допоможе джерело безперебійного живлення (ДБЖ).

Для початку, оголосимо перелік проблем, які можуть виникати в міській електромережі, і для захисту від яких потрібні джерела безперебійного живлення:

- короткочасне зникнення напруги в мережі;
- стрибки напруги;
- спотворення форми сигналу;
- зміна частоти;
- шуми;
- осідання;
- викид.

Аналіз останніх досліджень. Існує три схеми побудови ДБЖ.

Резервний - використовується для живлення персональних комп'ютерів або робочих станцій локальних обчислювальних мереж. Практично всі недорогі малопотужні ДБЖ, пропонувані на вітчизняному ринку, побудовані за резервною схемою. При виході електроживлення за нормовані значення напруги або його відсутності, автоматично перемикає підключене навантаження до живлення від акумуляторів (за допомогою простого інвертора). При появі нормальної напруги знову перемикає навантаження на живлення від мережі. Недоліком даного виду ДБЖ є несинусоїдальний вихід і відносно довгий час перемикавання на живлення від батарей. За рахунок ККД близько 99% практично безшумні і з мінімальним тепловиділенням. Не можуть коригувати ні напругу, ні частоту.

Інтерактивний - те ж саме, що і резервний, але крім того на вході присутній ступінчастий стабілізатор напруги, дозволяючи отримати регульовану вихідну напругу. (VI по класифікації МЕК.) Інвертори деяких моделей лінійно-інтерактивних ДБЖ видають напругу як прямокутної або трапецеїдальної форми, як у попереднього варіанту, так і синусоїдальної форми. Час перемикавання менше, ніж у попередньому варіанті, так як здійснюється синхронізація інвертора з вхідною напругою. ККД нижче, ніж у попередньому варіанті, так як здійснюється синхронізація інвертора з вхідною напругою. ККД нижче, ніж у резервних.

On-line або подвійного перетворення (он-лайн, неавтономний режим) - використовується для живлення файлових серверів і робочих станцій локальних обчислювальних мереж, а також будь-якого іншого обладнання, пред'являє підвищені вимоги до якості мережевого електроживлення. Принцип роботи полягає в подвійному перетворенні напругу за допомогою зворотного перетворювача (інвертора). Час перемикавання тотожно нулю. ДБЖ подвійного перетворення мають невисокий ККД (від 80% до 94%), через що відрізняються підвищене

ним тепловиділенням і рівнем шуму. На відміну від двох попередніх схем, здатні коректувати не тільки напругу, але і частоту.

Формулювання цілей статті. Виявлення недоліків в електромережі, причини їх виникнення та способи усунення таких недоліків. Проведення теоретичного обґрунтування дії джерела безперебійного живлення.

Основна частина. В ДБЖ - джерелах безперебійного живлення - з дійсним подвійним перетворенням (технологія "on-line") батарея постійно підключена до шини постійного струму через діод або аналогічне електронний пристрій.

Визначення того, що конкретно представляє собою джерело безперебійного живлення (ДБЖ) типу "on-line", було широко поширене в промисловості. Проте багато виробників не дотримуються цієї тенденції і, хоча вони можуть застосовувати подвійне перетворення, але для зв'язку батареї з блоком постійного струму ДБЖ використовують перемикач або реле. У разі втрати напруги може знадобитися кілька мілісекунд для реле при замиканні батареї на інвертор і це може викликати значні перепади вихідної напруги.

Джерела безперебійного живлення ДБЖ, побудовані за схемою On-Line мають додатковий режим роботи Ву-pass ("обхід"). Байпас (Ву-Pass) є режим, при якому навантаження живиться безпосередньо від зовнішньої мережі через фільтр, в деяких моделях ще й через трансформатор гальванічної розв'язки, що знаходяться в ДБЖ.

Автоматичний Ву-Pass включається при перевантаженнях ДБЖ, наприклад при включенні навантаження, пускова потужність якої в 3 - 7 разів вище номінальної, при відмовах виникають всередині джерела, при перегріві і т.п. Без автоматичного Ву-Pass неможлива побудова деяких резервованих систем безперебійного живлення. При резервуванні входи ДБЖ і Ву-pass повинні бути роздільними. Вхід основного ДБЖ живиться від мережі, а вхід Ву-Pass від стоїть в гарячому режимі резервного. У разі відмови основного ДБЖ він автоматично перемикається в Ву-pass і навантаження отримує живлення від резервного. Існують і інші архітектури систем безперебійного живлення, в яких необхідна наявність автоматичного Ву-Pass.



Рисунок 1- Схема режиму роботи Ву-pass.

Ручний Ву-pass необхідний при ремонті, регламентних роботах, виконаних з ДБЖ, для забезпечення безперервності в живленні навантаження.

Важливою перевагою якісних джерел безперебійного живлення - On-line ДБЖ є інтелектуальне управління акумуляторними батареями. Відомо, що в акумуляторній батареї постійно протікають процеси саморозряду. Для їх компенсації зазвичай в джерелах безперебійного живлення ДБЖ здійснюють безперервний підзаряд батареї малим струмом. Постійно проходить через батарею слабкий струм викликає зміни хімічного складу активних речовин, корозію решітки та осипання активної маси позитивних пластин. Це призводить до необоротного падіння ємності батарей, їх термін служби скорочується, і реальний час батареєю підтримки зменшується. У різних моделях ДБЖ реалізуються алгоритми управління зарядом батарей різного ступеня складності. Наявність інтелектуального режиму управління акумуляторними батареями гарантує максимально щадну їх експлуатацію і відповідно продовження терміну їх служби.

Основною характеристикою джерел безперебійного живлення є потужність. У разі с ДБЖ вона вимірюється в вольт-амперах. В більшості випадків для того, щоб перевести вольт-ампер в більш звичні вати, необхідно потужність в VA розділити на 1,4 або помножити на 0,7.

Потужність, споживана навантаженням, визначається як добуток вихідної потужності ДБЖ (у вольт-амперах, VA) на коефіцієнт потужності навантаження (Power Factor, PF). Слід вибрати такий ДБЖ, для якого виконується така умова:

$$P = W_n \cdot PF, \quad (1)$$

де P - вихідна потужність ДБЖ, (VA);

W_n - потужність, споживана навантаженням (VA),

PF - коефіцієнт потужності, який для персональних комп'ютерів приймається рівним 0,7.

Для розрахунку сумарної споживаної потужності складають потужності всіх пристроїв. Обираючи з лінійки моделей ДБЖ таку, щоб отримана сумарна потужність складала не більше 80% від вихідної потужності ДБЖ. Деякі фахівці рекомендують вибрати ДБЖ з потужністю як мінімум в 1,5 рази перевершує сумарну навантаження. В цьому випадку можна говорити про нормальну роботу джерела безперебійного живлення. Одним з важливих критеріїв також є час автономної роботи комп'ютера від батареї ДБЖ - це час, протягом якого джерело може підтримувати нормальне живлення комп'ютера при відсутності напруги в домашній електромережі. Дане час безпосередньо залежить від енергетичної ємності акумуляторної батареї ДБЖ. Оптимальний час автономної роботи ПК будинку має становити близько 10-15 хвилин - цього цілком достатньо для завершення роботи і збереження будь-якого документа.

Висновки. Отже, установка джерела безперебійного живлення необхідна для запобігання пошкоджень обладнання і збоїв у роботі систем. Першочерговим завданням ДБЖ передусім вважається забезпечення нормального, коректного завершення роботи при несподіваному відключенні електроенергії. Однак, в ідеалі, ДБЖ повинно захистити техніку від усіх типів перебоїв в електричних мережах.

Список використаних джерел

1. Сергеев Б.С. Схемотехника функциональных узлов источников вторичного электропитания. Радио и связь Москва, 1992г.
2. В.Л.Шило "Линейные интегральные схемы", "Советское радио", Москва, 1979г.
3. В.Петик "Максимальный КПД в повышающих преобразователях", "Радиолюбитель" 1997г. - №2. - с.26,

УДК 621.327:621.330.13

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ

Коваленко І.В., 1 курс;

Кащєєва А.І., 3 курс;

Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропонована методика розрахунку терміну окупності заміни ЛР на ЕЗЛ. Для освітлення навчальних закладів така заміна окупається за 80 діб.

28

Постановка проблеми. В даний час більш чверті усієї виробленої електроенергії у світі витрачається на штучне освітлення. Тому проблема заміни енерговитратних ламп розжарювання на енергоекономічні, які у п'ять разів менше споживають електроенергії, є всевітньою проблемою не тільки економічною, а й екологічною, оскільки така заміна призводить до зменшення витрат палива на електростанціях (ЕС), а отже і до зменшення викидів парникових газів (ПГ), що сприяє потеплінню клімату на нашій планеті [1].

Аналіз останніх досліджень. Сучасна людина не уявляє своєї діяльності без штучного освітлення. Правильно підібрана освітленість та колір світла створюють необхідну атмосферу для життєдіяльності людини. У нашому повсякденному житті найбільш часто зустрічаються лампи розжарювання (ЛР) та люмінесцентні лампи (ЛЛ).

Мета статті. Обґрунтувати економічну і екологічну доцільність заміни (ЛР) на енергозберігаючі лампи (ЕЗЛ) для освітлення навчального закладу.

Основні матеріали дослідження. У ЛР є безліч плюсів і мінусів, проте зараз на перше місце вийшов принцип економічності, і тут ЛР зі своїм ККД, рівним 5%, значно поступаються новому поколінню ЕЗЛ, які вважаються досконалими джерелами світла [2].

Перевагами ЛЛ є: висока світлова віддача, забезпечення спектру випромінювання, незначні витрати електричної енергії, значний термін експлуатації. Недоліки звичайних ЛЛ є використання електромагнітної пускорегулюючої апаратури (ПРА), висока вартість, складність в процесі експлуатації. Структурна схема електронного баласту ЕЗЛ являє собою впрямий діодний міст із фільтром, перетворювач постійної напруги в перемінну й автоколивальний LC-контур з газорозрядною лампою (рис.1).

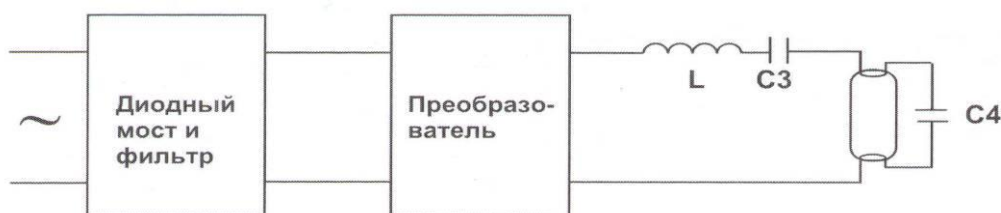


Рисунок 1 – Структурна схема компактної люмінесцентної лампи

Відразу після включення, коли електроди газорозрядної лампи ще холодні, підведеної напруги недостатньо для її загорання. На цьому етапі коливальний контур з C3, C4 і L1 приводить до збільшення частоти автоколивань. Струм через електроди і конденсатор C4, приводить до розігріву катодів і загорання лампи.

Головна перевага - ЕЗЛ споживають у 5 разів менше електроенергії ніж ЛР. ЕЗЛ виділяють значно менше тепла, ніж ЛР. Тому їх можна сміливо використовувати в світильниках і люстрах з обмеженням рівня температури. Площа поверхні ЕЗЛ більша, ніж площа поверхні спіралі розжарювання. Завдяки цьому світло розподіляється по приміщенню м'якше й рівномірно, що знижує стомлюваність очей [2].

Одним з головних недоліків ЕЗЛ в Україні вважається їх висока вартість. Ці лампи на порядок дорожчі, ніж ЛР аналогічної потужності. На Заході, зокрема у Великобританії, різниця в ціні істотно менша. Крім того, проводяться численні кампанії з реклами, в ході яких ЕЗЛ продаються з великими знижками або зовсім надсилаються додому безкоштовно.

Проте головною проблемою все ж можна вважати утилізацію пошкоджених ламп. ЛЛ - це скляна трубка з електродами, наповнена інертним газом і парами ртуті. Ці пари становлять небезпеку для здоров'я, тому теоретично позбавлятися від таких ламп потрібно на спеціальних пунктах [3,4].

Здавалося б, про ЛЛ вже все давно чули. Тим не менш, зараз ця тема, схоже, набуває особливої актуальності. Використовувані в побуті компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) з різьбовим цоколем не тільки відрізняються невеликими габаритами, але і підходять для світильників, розрахованих на традиційні ЛР. Крім того, КЛЛ містять на порядок менше парів ртуті ніж звичайні лінійні ЛЛ. До того ж КЛЛ забезпечують більш рівномірне освітлення, тому без них не обійтися людям, які багато читають або працюють за комп'ютером. ЕЗЛ менш сприйнятлива до перепадів напруги в мережі, причому зміна інтенсивності світла з-за таких перепадів практично не сприймається людським оком. А ось звичайна ЛР починає неприємно «блмати» навіть при невеликих коливаннях напруги.

Ось деякі цікаві дані щодо економічної та екологічної доцільності застосування ЕЗЛ у побуті країн Західної Європи (дані Philips Lichts і Osram). Якщо в кожному із 145 млн. домашніх господарств Європейського Союзу три ЛР по 60 Вт замінити еквівалентними за світловими потоками трьома КЛЛ по 11 Вт з вмонтованими електронними ПРА, то при середньому напруцюванні 4 год./добу можна отримати річну економію електроенергії, еквівалентну ліквідації в Європі 10 ТЕС потужністю по 600 МВт кожна. Якщо всі ЛЛ в Німеччині (понад 300 млн. одиниць) почнуть працювати з електронними ПРА (замість електромагнітних), то економія електроенергії (за даними фахівців Siemens AG) складе близько 6,5 млрд. кВт·год/рік, що дасть змогу зменшити викиди CO₂ орієнтовно на 6 млн. т щорічно [5].

В Україні перехід від світильників із традиційними ЛР (середня потужність кожного 120 Вт) на ЕЗЛ дасть можливість знизити встановлену потужність і споживану електроенергію на 70%. При оновленні хоча би п'ятої частини світильників із ЛР, сумарне зниження потужності становитиме більше 3 млн. кВт, а щорічна економія електроенергії сягне понад 6 млрд. кВт·год. Через низьку ефективність джерел світла питома витрата електроенергії на освітлення в Україні в 1,5 рази вища ніж у західних країнах.

Основними причинами критичного стану освітлення в Україні є [5]:

використання малоефективних світильників з ЛР (Табл.1,2);

експлуатація фізично зношених приладів зі зниженим оптичними характеристиками відбивачів і розсіювачів.

Таблиця 1- Парк світильників в Україні, млн. шт.[5]

Тип світильників	Загальний по Україні	По галузям			
		Промисловість і с.г.	Адмін. будівлі	Зовнішнє освітлення	Житлові будинки
Світильники з ЛР	185	79	24	2,7	80
Світильник з ЛЛ	73	18	49	3,8	5,5
Світильник з ГЛВТ	8,5	4,5			

Таблиця 2 - Парк світильників з різними джерела світла по країнам,% [5]

Тип світильників	Україна	Західна Європа	Північна Америка	Японія
Світильник з ЛР	70	31	29	10
Світильників з ЛЛ	27	56	60	75
Світильників з ГЛВТ	3	13	11	15

Основними виробниками ЕЗЛ, які продаються в Україні, є фірми Philips, Osram, Electrum, DeLuxe, General Electric, Pila, Kanlux, Vito. Що характерно, практично всі лампочки, за рідкісним винятком, виробляються в Китаї [4].

На перше місце за популярністю експерти ставлять дорогі і якісні КЛЛ від Philips. Вони разом з лампами General Electric, Osram і більш дешевими Electrum займають близько 80% ринку економних джерел світла, призначених для використання в побуті. У цьому легко переконатися, заглянувши у будь-який будівельний супермаркет.

Ціни на ЕЗЛ від \$1,5 до \$4 за штуку і залежать від їх конструкції та потужності. Але при виборі ЕЗЛ треба керуватися «золотим» правилом - якість перш за все. Безумовними лідерами за обсягами продажів сьогодні є побутові економні лампи Philips і Osram. Вони ж самі дорогі і «просунуті». Продукція інших серйозних фірм дешевше, але теж цілком якісна. Втім, зовсім дешеві лампочки фахівці не радять купувати: можна запросто «прогоріти», купивши некондиційний товар.

Потужність побутових КЛЛ коливається в межах від 5 до 30 Вт, що відповідає приблизно 25-150 Вт традиційних ЛР. Хоча є моделі і потужніші. Вже згадувана гамма світлових відтінків ЕЗЛ ділиться, на три спектри: 2700 К - тепло-білий світ, 4600 - нейтральний білий світ і 6400 - яскравий денне світло. Так що спектр світла теж впливає на вибір споживача. Як правило, основні технічні характеристики вказуються на упаковці лампи, що, безумовно, полегшує вибір. Зауважимо, на коробках зазначений і клас економічності КЛЛ, його позначають латинськими літерами від А до Е. Найбільш економні - А, самі «марнотратні» - Е.

Тим, хто хоче придбати відразу кілька десятків ЕЗЛ, є сенс скористатися послугами офіційних дилерів компаній-виробників ламп. У цьому випадку можна розраховувати на солідну знижку.

Річне споживання електролампами визначається за формулою [3]:

$$W_p = \sum P_i \cdot t_i, \quad (1)$$

де P_i - потужність ввімкнених ламп, кВт;
 t_i - тривалість роботи ламп протягом року, год.

Вартість спожитої електроенергії визначається за виразом [3]:

$$C = C_o \cdot W_p, \quad (2)$$

де C_o – тариф на електроенергію.

Згідно Постанови НКРЕ від 23.09.2011 № 1633 з жовтня 2011 року на території України затверджені роздрібні тарифи на електроенергію для споживачів 2-го класу (крім населення) 83,56 грн/кВт·год. (без ПДВ).

Визначаємо тариф на електроенергію разом з ПДВ=20% [4]:

$$C_o = 1,2 \cdot 83,56 = 100,27 \text{ коп/кВт·год. або приблизно } 1,00 \text{ грн/кВт·год.}$$

Визначимо ефективність заміни звичайної ЛР потужністю 150 Вт, розраховану на 1000 годин роботи, за ціною 1,50 грн. на ЕЗЛ потужністю 30 Вт з рівноцінним світловим потоком за ціною 35 грн. з гарантованим терміном експлуатації 8000 годин (табл. 3).

Таблиця.3 – Розрахунок ефективності заміни ЛР на КЛЛ

Параметри	ЛР	КЛЛ
Еквівалентна потужність ламп Р,кВт	0,15	0,03
Ціна 1 лампи, грн.	1,50	35
Гарантований час роботи, тис. годин	1	8
Вартість ламп за 8 тис годин, грн.	1,50·8=12	35·1=35
Кількість електроенергії за 8000 годин, W, кВт·год	0,15·8000=1200	0,030·8000=240
Вартість спожитої електроенергії С, грн.	1,00 · 1200=1200	1,00·240=240
Всього витрат на освітлення за 8000 годи, грн.	1212	275

Із табл. 3 слідує, що сумарні витрати на освітлення з ЛР становлять 1212 грн., а з ЕЗЛ 275 грн., тобто за 8 років (якщо лампа працюватиме по 1000 годин на рік) ми зекономимо 937 грн.:

$$E_k = 1212 - 275 = 937 \text{ грн.}$$

Але 8000 годин роботи лампи займе не оди рік, тому більш доцільно визначити термін окупності додаткових витрат на купівлю однієї ЕЗЛ.

Нами запропонована більш досконала методика визначення терміну окупності заміни ламп.

Звичайно термін окупності визначають за формулою [4]

$$T = \frac{K_H - K_B}{C_B - C_H} = \frac{K_H - K_B}{\Delta C}, \quad (3)$$

де K_B і K_H капіталовкладення за базовим і новим варіантами, грн.;

$\Delta C = C_B$ і C_H – вартість зекономленої електроенергії, грн.

Термін окупності ламп краще визначати в годинах [3,4]. Тоді в формулі (3)

C_B , C_H , і ΔC_1 – вартість електроенергії за 1 год. для базового (для ЛР) для нового варіанту (для ЕЗЛ) і вартість зекономленої електроенергії за 1 годину [4].

$$C_B = P_B \cdot C_0, \quad (4)$$

$$C_H = P_H \cdot C_0. \quad (5)$$

В формулах (4) і (5) P_B і P_H – відповідно потужність базового (ЛР) і нового (ЕЗЛ) варіантів. Якщо з (4) відняти (5) то можна записати

$$\Delta C_1 = C_B - C_H = (P_B - P_H) C_0. \quad (6)$$

Оскільки виробники усіх ЕЗЛ декларують 80% економії електроенергії, то (6) можна переписати

$$\Delta C_1 = C_B - C_H = 0,8 \cdot P_B \cdot C_0. \quad (7)$$

Якщо в якості капіталовкладень K_H і K_B прийняти ціну однієї лампи, то термін окупності заміни ЛР і ЕЗЛ в годинах можна визначити за нашою формулою

$$T = \frac{C_{ЕЗЛ} - C_{ЛР}}{0,8 \cdot P_{ЛР} \cdot C_0}, \quad (8)$$

де $C_{ЕЗЛ}$ – ціна 1 ЕЗЛ, 35 грн.; $C_{ЛР}$ – ціна 1 ЛР, 1,50 грн.; $P_{ЛР}$ – потужність 1 ЛР, 0,15 кВт;

C_0 – існуючий тариф на електроенергію, 1,00 грн/кВт·год (на 01.11.2011)

$$T = \frac{35 - 1,50}{0,8 \cdot 0,15 \cdot 1,00} = 279 \text{ годин.}$$

Якщо прийняти, що лампи будуть працювати по 3,5 години за добу, то термін окупності складе

$$T = \frac{279}{3,5} = 80 \text{ діб або } \frac{80}{30} = 2,7 \text{ місяців.}$$

Отже термін окупності від заміни однієї ЛР на ЕЗЛ для навчального закладу складе близько 3-х місяців (за новим тарифом). Після чого вона буде приносити чистий прибуток. І чим вищий буде тариф на електроенергію (а він весь час збільшується) [3,4], тим істотніше буде економія коштів, і тим швидше буде окупатися лампа.

Тільки за час виконання наукової роботи з 2009 року [3,4] тариф збільшився на 21 коп/кВт·год. (без ПДВ), тобто майже на 43 %:

$$\Delta C_0 = \frac{83,56 - 58,46}{58,46} 100 = 42,29\%$$

При виробництві 1 кВт·год електроенергії на вугільних ТЕС в атмосферу виділяється близько 1 кг CO_2 . Кількість освітлювальних приладів (ОП) в світі безупинно збільшується [5].

Основний внесок у загальному обсязі викидів CO_2 належить продуктам згорання палива на ТЕС. Світові витрати електроенергії на штучне освітлення на початок 2002 року ста-

ли причиною викидів до 300 млн. тонн CO₂ в атмосферу. За прогнозами американського Word watch Institute, до 2010 р. ця цифра може зрости до 450 млн. т/рік.

Таблиця 4 - Частка електроенергії, що витрачається в ОП різних країн світу [5]

Країна	E _Σ , % від загальної	У відсотках від E _Σ , по галузям		
		E _{пром} , %	E _{житл} , %	E _{адм} , %
Україна	15	33	32	35
США	20	11	23	66
Німеччина	10	32	25	43
Японія	15	55	27	18
Індія	17	11	28	60
Бразилія	17	31	25	44

Міжнародне енергетичне агентство (IEA) і товариство економічної співпраці і розвитку (OECD) разом з Європейським міністерством навколишнього середовища запропонували програму, реалізація якої дасть змогу знизити витрати електроенергії на освітлення в середньому на 60 %. Перехід усієї Європи на сучасні технології освітлення дозволить зменшити викиди CO₂ на 28 мегатон на рік [5]. Цей обсяг еквівалентний 50 млн. барелей нафти або такій кількості CO₂, яку за рік можуть поглинути мільярд дерев.

В Україні у 2007 р. вироблено 196,3 млрд. кВт-год. електроенергії. Близько 25% її витрачається на освітлення, тобто близько 50 млрд. кВт-год. Якщо хоча б половину ЛР перевести на енергоекономічні КЛЛ (80% економії), то це зекономить 10 млрд. кВт-год. електроенергії (0,5·25·0,8). Це призведе до суттєвого зменшення спалення палива на ТЕС і, відповідно, до зменшення викидів ПГ, зокрема CO₂ - на 10 млн. т, які утворюють парниковий ефект, що призводить до потепління клімату на Землі [1].

Відмова від традиційних ЛР відбувається в усьому світі, як у добровільному, так і в законодавчому порядку [4]. З першого січня 2009 року від ЛР відмовилася Великобританія. Навіть резиденція британського прем'єра перейшла на ЕЗЛ. Керівники країн Євросоюзу домовилися про обов'язковий розвиток ВНДЕ та заходів енергозбереження. Серед таких заходів - заборона на використання ЛР з 2010 року. Не відстають від Європи і інші частини світу: Австралія, США, Росія. Розпорядженням КМУ від 16 жовтня 2008 р. у всіх бюджетних організаціях заплановано замінити всі ЛР на ЕЗЛ. Купувати нові ЛР бюджетним організаціям взагалі заборонено.

Висновок. Термін окупності від заміни однієї ЛР на ЕЗЛ складе 80 діб. Після чого вона буде приносити чистий прибуток. І чим вищий буде тариф на електроенергію (а він весь час збільшується), тим істотніше буде економія коштів, і тим швидше буде окупатися лампа. Заміна половини ЛР на ЕЗЛ в Україні дасть 80% економії електроенергії від її частки, що витрачається на штучне освітлення, тобто близько 10 млрд. кВт-год. щорічно, що призведе до зменшення викидів ПГ, зокрема тільки CO₂.на 10 млн. т.

Список використаних джерел

1. Кокорин А.О. Киотский протокол: еще один шаг вперед/ А.О. Кокорин // Энергосбережение.-2007.-№3.- С.72-74.
2. Сіробаба О.О. Комплексний підхід до оцінки ефективності заміни ламп накаливання на КЛЛ із вбудованим ЕПРА/ О.О. Сіробаба// Світлотехніка та електроенергетика.-2009.-№4.- С.64-69.
3. Коваленко І.В. Обґрунтування заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі лампи для освітлення школи / І.В. Коваленко, А.О. Ординський, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції аспірантів і студентів.- Мелітополь: ТДАТУ, 2010 Вип 9, т.2.- С. 27-28.
4. Коваленко І. В. Ефективність впровадження енергозберігаючих ламп / І. В. Коваленко, Р.Е. Багдасарова, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів ТДАТУ.- Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип.10, т.2. - С. 61-62.
5. Яремчук Р.Ю. Проблема енергоощадності в освітлювальних уставах/ Р.Ю. Яремчук, Р.В. Пилипчук // Електро.-2003.-№2.- С.6-9.

УДК 621.316.9

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБМЕЖУВАЧІВ ПЕРЕНАПРУГ ЯК ЗАСОБУ ЗАХИСТУ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ

Щербакова О.І., 3 курс;

Коваленко Л.Р., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Описано сучасні нелінійні обмежувачі перенапруг та їх застосування. Наведено переваги сучасних ОПН з варисторами, які вмикаються в електричну мережу без іскрових проміжків, мають різко нелінійну вольт-амперну характеристику. Наведений приклад нелінійних обмежувачів перенапруг типу ОПН/TEL.

33

Постановка проблеми . Останнім часом традиційні вентиляльні розрядники змінного струму замінюють на нові електричні апарати високої напруги – обмежувачі перенапруг нелінійні (ОПН), які, порівняно з розрядниками, більш глибоко обмежують комутаційні та грозові перенапруги. Заміна вентиляльних розрядників на ОПН співпала з вичерпуванням ресурсів ізоляції електрообладнання, що встановлювалось ще в післявоєнні роки. При цьому ефектвне обмеження перенапруг за допомогою порівняно дешевих ОПН дає значний економічний ефект у зберіганні ресурсів електрообладнання, що є особливо актуальним для України.

Аналіз останніх досліджень. Обмежувачі перенапруг нелінійні (ОПН) – це апарати для обмеження перенапруг нового покоління, які виготовлені на основі високонелінійних металооксидних резисторів (варисторів) і під'єднуються в електричну мережу без іскрових проміжків. Таким апаратам дали назву нелінійні обмежувачі перенапруг, а за термінологією Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК) – металооксидні обмежувачі перенапруг без іскрових проміжків.

Мета статті. Особливості використання сучасних ОПН у електричних мережах.

Основна частина. Сучасні ОПН (рис. 1) виготовляються з варисторами, які виконані за складною технологією з ZnO з малим добавлянням інших окислів і металів. Варистори на основі ZnO мають різко нелінійну вольт-амперну характеристику, так що при зростанні густини струму від 10^{-5} А/см² до 10² А/см² напруга на варисторі збільшується приблизно вдвоє. Високий ступінь нелінійності дозволив використовувати в ОПН варистори в режимі постійного під'єднання до мережі, що й обумовило відмову від іскрових проміжків.

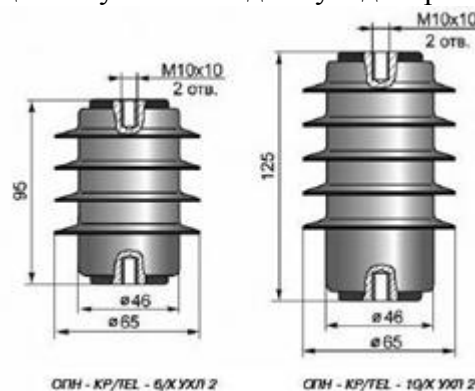


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд сучасних нелінійних обмежувачів перенапруг.

У нормальному робочому режимі струм через обмежувач має ємнісний характер і складає десяті частки міліампера. При виникненні хвиль перенапруг варистори обмежувача переходять у провідний стан і обмежують подальше зростання напруги на його виводах. Коли перенапруга знижується, обмежувач повертається в непровідний стан.

Сучасні варистори мають високу здатність поглинати і розсіювати, без руйнацій і втрат властивостей, значну енергію, яка виділяється при проходженні через них імпульсних

струмів, тобто мають високу пропускну здатність. Ця властивість дозволяє створювати на основі варисторів із ZnO достатньо компактні обмежувачі, здатні протистояти впливам грозових і внутрішніх перенапруг.

Конструктивно ОПН являють собою колонку послідовно з'єднаних варисторів, яка встановлена в ізоляційний корпус з необхідними пристроями приєднання і монтажу. Порівняно з вентиляними розрядниками, ОПН мають ряд переваг, які випливають із відсутності іскрових проміжків і високої нелінійності вольт-амперної характеристики:

- більш глибоке обмеження перенапруг (при однакових розмірах активної частини);
- простота конструкції і велика надійність;
- стійкість до зовнішніх забруднень ізоляційного корпусу;
- здатність обмежувати внутрішні перенапруги;
- при використанні полімерного корпусу – більша вибухобезпечність;
- менші габарити і маса.

Оскільки варистори ОПН постійно знаходяться під впливом напруги, слід приділяти підвищену увагу спроможності обмежувачів успішно (без утрати теплової стабільності) переносити впливи короточасних та тривалих підвищень напруги, які тривають від часток секунди до десятків годин. Правильний вибір ОПН, тобто з параметрами, які відповідають конкретній ситуації, дозволяє забезпечити надійний захист електроустаткування і безпечну роботу самого апарату впродовж тривалого часу.

Нелінійні обмежувачі перенапруг типу ОПН/TEL, призначені для забезпечення захисту ізоляції електроустаткування від грозових і внутрішніх (комутаційних та перехідних резонансних) перенапруг в електричних мережах класів напруги 3-35 кВ змінного струму промислової частоти (48-62 Гц) з ізолюваною або компенсованою нейтраллю.

При виготовленні обмежувачів використовуються нелінійні металооксидні варистори кращих світових виробників. Сама технологія складання нелінійних варисторів у полімерний корпус обмежувача є унікальною і не має аналогів у світовій практиці. Колонка варисторів міститься між металевими електродами і спресовується в оболонку зі спеціального атмосферостійкого полімерного матеріалу. Полімерний корпус забезпечує необхідні механічні й ізоляційні властивості обмежувача. ОПН/TEL – це герметичний монолітний виріб, який надійно захищений від зовнішніх впливів.

Обмежувачі серії ОПН/TEL є вибухобезпечні: при випробуваннях руйнація апаратів відбувалась без вибухового ефекту. До того ж вони – екологічно безпечні.

Спеціальна програма випробувань і контрольних перевірок протягом усього процесу виробництва обмежувачів перенапруг забезпечує високу якість продукції. Вхідному контролю і приймально-здавальним випробуванням піддаються 100% комплектуючих і готових виробів. Нормований термін служби обмежувачів складає 25 років при гарантійному зберіганні та експлуатації 5 років.

Вони встановлюються в електричних мережах, де необхідно застосовувати ОПН в усіх випадках, коли для захисту від грозових перенапруг чинними Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ) передбачено застосування вентиляних розрядників, а також для обмеження внутрішніх перенапруг.

Висновки. Необхідність обмеження внутрішніх перенапруг за допомогою ОПН пов'язана з широким застосуванням вакуумних вимикачів (ВВ), спрацьовування яких супроводжується появою значних комутаційних перенапруг, та з вичерпуванням ресурсів ізоляції електрообладнання.

Список використаних джерел

1. Левченко И.И. Диагностика, реконструкция и эксплуатация воздушных линий электропередачи в гололедных районах / И.И. Левченко, А.С. Засыпкин, А.А. Аллилуев, Е.И. Сацук. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 448 с.
2. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов : учебн. Пособие для сред. Проф. образования / Е. А. Конюхова. – 6-е изд., испр. – М. – Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с..
3. Тамм И.Е. Основы теории электричества. М.: ГИТТЛ, 1989. – 504 с.

УДК 631.371.621

ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ СІЛЬСЬКИХ ПОБУТОВО-КОМУНАЛЬНИХ СПОЖИВАЧІВ

Тарасюк Д.О., 3 курс;
Сотнік О.В., інженер.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
Запропоновано пристрій для вимірювання позірної енергії в мережах однофазного струму,
на основі індукційного лічильника.*

35

Постановка проблеми. Облік електричної енергії здійснюється електричними лічильниками. Перший запатентований лічильник був винайдений американським інженером Семюелем Гардинером у 1872 році [1]. З того часу електролічильники зазнали гігантську еволюцію від простих електромеханічних приладів до сучасних електронних приладів і автоматизованих систем, що дозволяють реєстрацію, обробку, управління, прогнозування та оплату електроспоживання.

Нарівні із впровадженням електронних лічильників відбувається удосконалення і модернізація індукційних лічильників.

Перспектива використання електронних лічильників ні в кого не викликає сумніву, однак, ймовірність широкого впровадження коштовних електронних лічильників в сферу побутового електроспоживання залишається предметом дискусії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сімдесяті роки минулого сторіччя у Європі були створені електронні лічильники. Передумовою для розвитку такого виду лічильників був не тільки розвиток електротехніки, а і необхідність реалізації більш складних функцій, ніж накопичувальний облік електроенергії у зв'язку із зростання вартості енергоносіїв [2]. Але електронні лічильники на ряду з їх перевагами мають і ряд недоліків: слабкий рівень захисту від комутаційних і грозових перепадів напруги не дозволяє використовувати їх в неякісних мережах, наприклад, в сільських мережах; відсутність сервісних центрів; відсутність вітчизняної статистики, яка показує реальний термін безвідмовної роботи лічильників.

Тому, перехід обліку електричної енергії повністю на електронні лічильники – процес суперечливий і пов'язаний з великою кількістю як технічних так, і економічних проблем.

Мета статті. Розширення функціональних можливостей індукційних однофазних лічильників.

Основні матеріали дослідження. Для обліку позірної енергії в однофазних колах запропонований пристрій. Обертаючий момент лічильника індукційної системи визначається за формулою [3]:

$$M = c \cdot f \cdot \Phi_I \Phi_U \sin \psi, \quad (1)$$

де c – стала, що залежить від конструктивних параметрів лічильника; f - частота змінного струму мережі; Φ_I - магнітний потік магнітопроводу послідовної обмотки; Φ_U - магнітний потік магнітопроводу паралельної обмотки; ψ - кут між векторами магнітних потоків.

Для того, щоб показ лічильника не залежав від коефіцієнта потужності навантаження, а залежав лише від величини струму навантаження, необхідно щоб кут ψ залишився сталим [4]. Для того, щоб збільшити чутливість пристрою і одержати зсув за фазою між магнітними потоками Φ_I , Φ_U в пристрої запропонований блок живлення паралельної обмотки лічильника [5].

На рис. 1 показана схема блоку живлення паралельної обмотки лічильника.

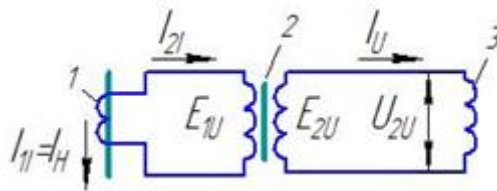


Рисунок 1 Схема блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою:

1 - трансформатор струму; 2 - трансформатор напруги; 3 - паралельна обмотка лічильника (навантаження блоку)

Робочий процес трансформатора напруги визначається тими ж основними рівняннями що і трансформатора струму:

$$\underline{U}_{1U} = \underline{E}_{1U} - I_{1U}(R_{1U} + jX_{1U}), \quad (2)$$

$$\underline{U}_{2U} = \underline{E}_{2U} - I_{2U}(R_{2U} + jX_{2U}), \quad (3)$$

де E_{1U} , E_{2U} - первинна і вторинна е.р.с. трансформатора напруги; I_{1U} , I_{2U} - первинний і вторинний струм трансформатора напруги; R_{1U} , X_{1U} - активний і реактивний опори первинної обмотки трансформатора напруги; R_{2U} , X_{2U} - активний і реактивний опори вторинної обмотки трансформатора напруги.

Струм I_{2U} вторинної обмотки трансформатора напруги:

$$I_U = \frac{U_{2U}}{R_U + jX_U}, \quad (4)$$

де R_U - активний опір паралельної обмотки лічильника; X_U - індуктивний опір паралельної обмотки лічильника. Для того, щоб магнітний потік, створений струмом паралельної обмотки лічильника, був сталим, необхідно, щоб напруга U_{2U} була сталою. Це можливо за умови, що E_{2U} також стала. Е.р.с., що індукується у вторинній обмотці, визначається за формулою

$$E_{2U} = 4,44f\Phi_{2m}W_{2U}, \quad (5)$$

де Φ_{2m} - магнітний потік осердя трансформатора напруги; f - частота струму мережі;

W_{2U} - кількість витків вторинної обмотки трансформатора напруги.

У формулі (5) із двох змінних величин Φ_{2m} і f сталою можна зробити Φ_{2m} . Виходячи із цієї умови осердя трансформатора напруги необхідно виготовити із феромагнітного матеріалу з великою початковою магнітною проникністю і відносно невеликою індукцією насичення, наприклад, з пермалою.

Параметри блоку живлення паралельної обмотки лічильника підібрані так, щоб режим роботи осердя, виготовленого з пермалою, відповідав насиченню при всіх струмах навантаження, починаючи із струму чутливості $I_{1чут}$. При струмові навантаження $I_{1н} \geq I_{1чут}$ намагнічуюча сила осердя $I_U W_U = I'_U W'_U$, тобто магнітний потік Φ_U , починаючи із струму чутливості, буде Φ_{2m} сталим при усіх струмах навантаження.

Магнітний потік Φ_U осердя паралельної обмотки лічильника при цьому буде сталим, і не буде залежати від струму навантаження.

На рис. 2 показана схема вмикання пристрою для обліку ампер-годин в однофазних мережах змінного струму.

На рис. 3 показана векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою. Основним режимом роботи трансформатора струму є режим близький до режиму короткого замикання. Будемо вважати в подальшому, що оскільки опір трансформато-

ра струму складає досить малу частку загального кола, в яке він увімкнений, зміна його вхідного опору не впливає на величину первинного струму, тобто трансформатор струму працює в умовах заданого первинного струму, величина якого визначається споживачем електроенергії і практично не залежить від опору вторинного кола трансформатора струму. Звідси виходить, що основним параметром струму, який визначає його роботу, є намагнічуюча сила первинної обмотки, виражена в ампер-витках. Намагнічуюча сила вторинної обмотки чинить дію розмагнічення на осердя, внаслідок чого магнітний потік в осерді створюється намагнічуючою силою, яка дорівнює геометричній сумі намагнічуючих сил обох обмоток трансформатора струму:

$$I_1 W_{1I} + I_2 W_{2I} = I_0 W_{1I}, \quad (6)$$

де $I_0 W_{1I}$ - частка намагнічуючої сили обмотки, некомпенсована намагнічуючою силою вторинної обмотки. Ця намагнічуюча сила називається повною намагнічуючою силою трансформатора.

Одержане рівняння (6) є основним для трансформатора струму, воно виражає умову його магнітної рівноваги.

За допомогою основних рівнянь побудована векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою.

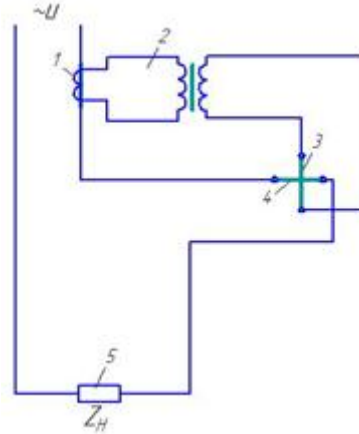


Рисунок 2 Схема вмикання пристрою для обліку ампер-годин в однофазних мережах змінного струму: 1 – трансформатор струму; 2 – трансформатор напруги; 3 – паралельна обмотка лічильника; 4 – послідовна обмотка лічильника; 5 – навантаження.

Конструктивним виконанням (установлення різних втрат в осердях електромагнітів лічильника пристрою) для збільшення обертового моменту лічильника домагаємося того, щоб кут α_{UL} перевищував α_{1L} .

Обертаючий момент лічильника пристрою:

$$M = f c \Phi_{1L} \Phi_{UL} \sin \psi, \quad (7)$$

де f - частота змінного струму мережі; c – коефіцієнт пропорційності; Φ_{1L} , Φ_{UL} - магнітні потоки осердя лічильника; ψ - кут між магнітними потоками. Магнітний потік Φ_{1L} створюється струмом навантаження I_{1H} , магнітний потік Φ_{UL} створюється трансформованим струмом навантаження $I_{UL} = I_{2U}$. Магнітні потоки залежать від одного і того ж струму, струму навантаження, то кут ψ між магнітними потоками сталий і від коефіцієнта потужності навантаження не залежить

$$\sin \psi = const = K \quad (8)$$

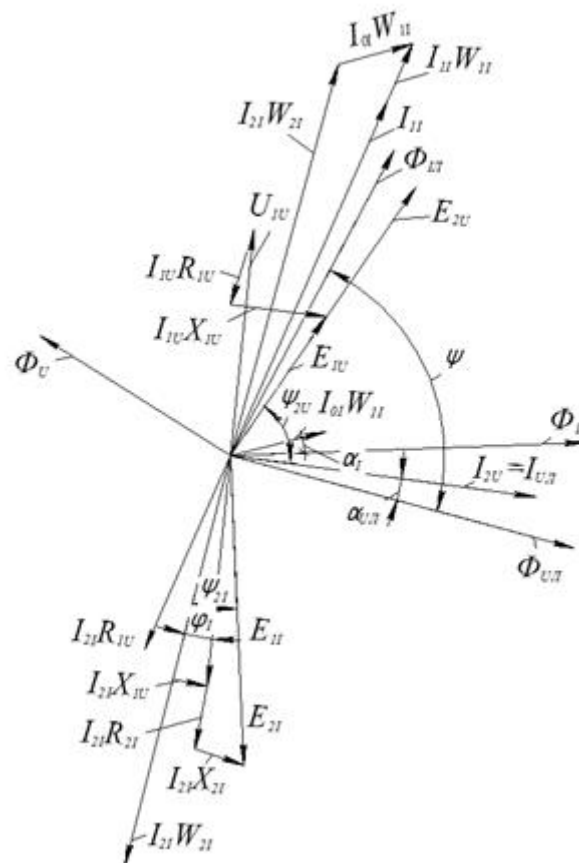


Рисунок 3 - Векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою

Магнітний потік $\Phi_{UL} = const = n$, а магнітний потік Φ_{1L} пропорційний струмові навантаження I , тобто $\Phi_{1L} = mI$. Тоді:

$$M = cknmI = BI, \tag{9}$$

тобто обертаючий момент лічильника пропорційний струмові навантаження і від коефіцієнта потужності навантаження не залежить.

Визначивши дослідним шляхом сталу лічильника B можна користуватися ним для обліку споживаної позірної енергії в колах змінного струму.

Висновки. Створено пристрій для обліку ампер годин в однофазних мережах змінного струму. Пристрій реагує на активний і реактивний характер навантаження, що актуально зараз для комунально-побутового електроспоживання. Пристрій має власне електроспоживання тільки при увімкненому навантаженні, що значно підвищує їх енергетичні характеристики.

Список використаних джерел

1. Электросчетчики. Развитие рынка на примере популярного прибора.– М.: Консалтинг Центр «Шаг», 2005. – 15 с.
2. Акимов Е. Г. Индукционные и электронные счётчики - что лучше? [Электронный ресурс] / Е. Г. Акимов, А. И. Шулешко // Электронный журнал "Электросчетчики", 2010. - №3. - Режим доступа до журн.: <http://lemz.spb.ru/customers/3>
3. Илюкович А.М. Электрические счетчики / А.М. Илюкович – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 384 с.
4. Вострокнутов Н.Г. Испытание электрических счетчиков / Н.Г. Вострокнутов – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 208 с.
5. Висн. про декл. пат. Україна, МПК G01R 11/54 (2006/01). Пристрій живлення обмотки напруги однофазного індукційного лічильника / В. Д. Стрижак, О. В. Сотнік, О.О. Кучерук; замовник Кременчуцький державний політехнічний університет ім. М. Остроградського. - № u 2010 15401; замов. 04.05.2011.

УДК 621.3

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ АВТОМАТИЧНОГО СЕКЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖ

Шемет С.В. 5 курс;
Лисенко О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз впровадження пунктів автоматичного секціонування повітряних розподільчих мереж. Розглянутий варіант зменшення недовідпускання електричної енергії споживачам з застосуванням сучасних комутаційних апаратів - реклоузерів.

39

Постановка проблеми. Кінцеві споживачі електричної енергії в останній час все більше звертають увагу енергопостачальних організацій на рівень надійності електропостачання. Оснащення розподільчих мереж пунктами автоматичного секціонування, що дозволять вимикати тільки пошкоджені ділянки мережі і автоматично відновлювати живлення непошкоджених ділянок, виводячи ушкоджену ділянку мережі з роботи, приведе до зменшення числа споживачів, що втратили живлення.

Аналіз останніх досліджень. Постійні затрати на ремонт мереж і утримання для цих цілей великого штату персоналу, витрати на усунення наслідків аварії, пов'язаних з неправильною дією релейно-захисної автоматики, виплати судових позовів за недовідпуск електроенергії, зменшує надійність електропостачання споживачів.

Так як повітряні лінії є останнім етапом на шляху постачання електричної енергії споживачам, безперебійність постачання в значній мірі визначає надійність роботи даних мереж. Розподільчі мережі слабо автоматизовані, що при виникненні ушкоджень на лінії вимагає від оперативно-виїзних бригад виконувати пошук ушкодженої ділянки та відновлення живлення вручну. Ці фактори призводять до значної затрати часу на відновлення електропостачання та приносять збитки споживачам електричної енергії.

Мета статті. Оцінка ефективності впровадження пунктів автоматичного секціонування повітряних розподільчих мереж з метою підвищення надійності електропостачання споживачів.

Основні матеріал досліджень. Децентралізована автоматизація полягає в оснащенні розподільчих мереж пунктами автоматичного секціонування, що дозволяють вимикати тільки пошкоджені ділянки мережі і автоматично відновлювати живлення непошкоджених ділянок. За рахунок того, що з роботи виводиться ушкоджена ділянка мережі, зменшується число споживачів, що втратили живлення.

Прикладом комплексного рішення проблеми децентралізованої автоматизації розподільчих мереж є реклоузер [1].

Реклоузер (рисунок 1.) – пункт автоматичного секціонування та АВР повітряних розподільчих мереж, опорного виконання, який об'єднав в собі:

- вакуумний вимикач;
- систему первинних перетворювачів струмів та напруг;
- автономну систему оперативного живлення;
- мікропроцесорну систему релейного захисту та автоматики;
- систему портів для підключення телемеханіки;
- комплекс програмного забезпечення.

Реклоузер може бути застосований в лінії електропередачі трифазного змінного струму частотою 50(60) Гц номінальною напругою 10 кВ із будь-яким режимом роботи нейтралі. Це представник нового покоління комутаційного встаткування, що об'єднав передові технології мікропроцесорного релейного захисту й автоматики (РЗА) і комутаційної техніки.

Реклоузер призначений для виконання наступних функцій:

- автоматичного відключення ушкоджених ділянок;

- автоматичного повторного включення;
- автоматичного введення резервного живлення;
- місцевої й дистанційної реконфігурації мережі;
- самодіагностики;
- виміру параметрів режимів роботи мережі;
- ведення журналів подій у лінії;
- дистанційного керування.



Рисунок 1-Вакуумний реклоузер.

Реклоузер дозволяє реалізувати такі варіанти секціонування повітряних ліній:

- паралельне і послідовне секціонування ліній з одностороннім живленням;
- паралельне і послідовне секціонування ліній з двостороннім живленням. [2]

Застосування реклоузерів у розподільних мережах дозволяє значно підвищити надійність електропостачання споживачів автоматизувати процеси пошуку й локалізації ушкоджень на лінії, зменшити витрати на обслуговування електричної мережі, оптимізувати роботу диспетчерського й оперативного персоналу, підвищувати технічний рівень експлуатації електричних мереж і створювати керовані й автоматизовані розподільні мережі нового покоління [3].

Основним ефектом різних варіантів автоматичного секціонування на лінії на базі реклоузерів в порівнянні з базовим (ручне місцеве секціонування), є зменшення недовідпущання електроенергії на 70-87%. Якщо комбіновані місця установки реклоузерів в мережі, можливо отримати різну ступінь надійності електропостачання споживачів. Це дозволяє встановлювати реклоузери адресно, для найбільш відповідальних споживачів. Таким чином, децентралізована система секціонування повітряних розподільчих мереж дозволяє значно впливати на надійність, як всього фідера в цілому, так і його окремих споживачів.

Висновки. Нові економічні умови в електроенергетиці на ряду з незадовільним станом ПЛ середньої напруги виводить на якісно новий рівень підвищення надійності енергопостачання споживачів. Але перепонами на шляху реалізації концепції автоматичного секціонування стала неготовність первинного обладнання - комутаційних апаратів, релейного захисту і автоматики.

Список використаних джерел.

1. Використання реклоузера в якості сучасних пунктів автоматизованого секціонування повітряних ліній напругою 10 кВ, підприємства Таврида електрик. – Режим доступу: www.tavrida-host.com/teu.tavrida.com/doc/arta674153101ti0601.pdf
2. Надежность распределительных электрических сетей 6 (10) кВ автоматизация с применением реклоузеров.- Режим доступу. <http://news.elteh.ru/arh/2002/17/08.php>.
3. Оценка эффективности автоматического секционирования воздушных распределительных сетей с применением реклоузеров с целью повышения надежности электроснабжения потребителей- Режим доступу. <http://www.tavrida.ru/Techno/Article.aspx?aid=607>.
4. Реклоузеры. Тактика эффективного применения- Режим доступу.. <http://www.executive.ru/community/articles/1348830/>
5. Модернизация электрических сетей - Предложения по установке реклоузеров. Режим доступу- <http://www.energybalance.ru/modernizatsiya-elektricheskich-setey/stranitsa-8.html>.

УДК 62.83

ПРОБЛЕМИ ІНТЕГРАЦІЇ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В ІСНУЮЧІ ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

Прокопович Є.В. 4 курс;

Лисенко О.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз чинників, що впливають на пропускну спроможність електричних мереж при паралельній роботі з вітроелектростанцією. Розглянуті можливі варіанти зменшення впливу генераторів вітроелектростанцій на пропускну спроможність існуючої мережі.

Постановка проблеми. Вітроенергетиці в Україні приділяється з кожним роком все більше уваги, що є показником повільної постановки на шлях сталого розвитку. Однак, спорудження потужних вітроелектростанцій, що видають енергію в існуючі лінії електропередач потребує уважного вивчення проблеми якості отриманої електричної енергії та її вплив на пропускну спроможність існуючої мережі.

Аналіз останніх досліджень. Генератори, встановлені на більшості вітротурбін, споживають реактивну потужність з мережі (рис. 1). Якщо не використовувати пристрої компенсації реактивної потужності це призведе до низького значення коефіцієнта потужності вітроелектростанції в точці підключення до мережі. Що в підсумку призведе до зменшення переданої потужності в мережу.

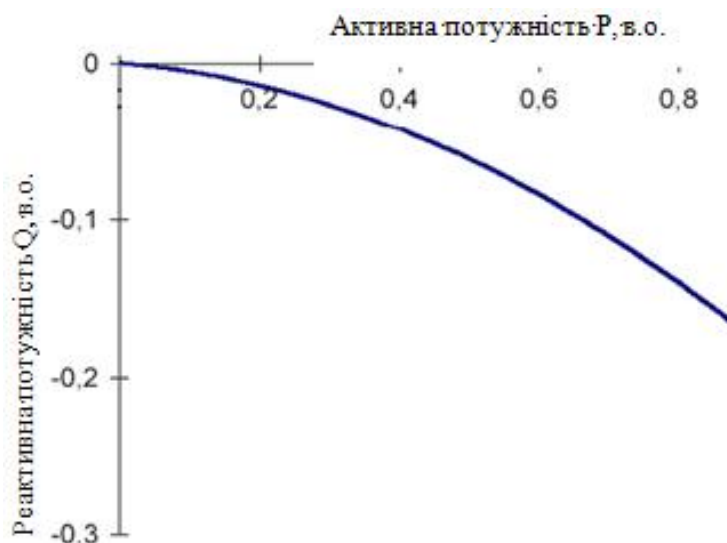


Рисунок 1 – Споживання реактивної потужності вітротурбіною (генератором з фіксованою швидкістю обертання) [2]

Мета статті. Проведення аналізу можливих додаткових чинників у при спорудженні вітроелектростанцій, які можуть впливати на існуючу енергосистему.

Основні матеріал досліджень. Компенсація реактивної потужності, споживаної генераторами вітротурбін, зазвичай виконується шляхом установки конденсаторних батарей, пристроїв безперебійного живлення або контролюється конвертором.

Компенсація реактивної потужності шляхом паралельного підключення конденсаторних батарей залежить від напруги в точці підключення і не може бути достатньою при низькій нарузі, що характерно для мереж відновлених після аварії. [1]

Під час і після аварії системи, робота вітротурбін відрізняється від роботи звичайних електростанцій. На звичайних електростанціях використовують синхронні генератори, які здатні продовжувати роботу під час перехідних процесів в передавальній мережі після аварії. Раніше, для вітрогенераторів з нефіксованою швидкістю обертання, в деяких країнах рекомендувалося відключення генератора від мережі під час аварії, з метою захисту конвертора. При цьому відключення великого числа генераторів вітротурбін, внаслідок аварії, буде приводити до того, що негативні наслідки аварії зростуть ще більше [2]. Що в свою чергу впливає на пропускну здатність в районах із значною кількістю енергії вітру. Вітрогенератори з фіксованою частотою обертання під час аварії можуть споживати велику кількість реактивної енергії з мережі. Що так само буде впливати на пропускну здатність мережі.

Таким чином, якщо генератори, встановлені на вітротурбіни, будуть оснащени пристроями компенсації реактивної потужності, то вплив на пропускну здатність мережі буде зменшено, або зовсім відсутній.

Інтеграція великої вітроенергетики в існуючу мережу може так само впливати на методику розрахунку пропускну здатності мереж з наступних причин:

- Потужність на виході вітроелектростанції залежить від швидкості вітру, у зв'язку з цим прогнози швидкості вітру за добу повинні передаватися енергопостачальній організації для розрахунку можливої переданої потужності, а так само для статистичної обробки даних та визначення річної пропускну здатності мережі. [2]

- Генератори вітроелектростанцій мають більш недосконалі моделі їх характеристик в порівнянні зі звичайними генераторами. Тому результати, отримані в процесі моделювання не досить надійні. [1]

Висновки. Будівництво вітроелектростанцій, як правило, виконується у віддалених районах, де мережі вимагають реконструкції. Збільшення пропускну здатності мереж в процесі інтеграції вітроенергетики вимагають значних інвестицій, складних схем захисту вітроелектростанцій, так як генератори розподілені за досить великій площі.

Список використаних джерел.

1. M. Palsson, T. Toftevaag, K. Uhlen, J.O.G. Tande. Large-scale Wind Power Integration and Voltage Stability Limits in Regional Network, Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, Vol. 2, July 2002, pp 762-769.
2. Marevosyan J. Wind power in areas with limited transmission capacity // Wind power in power systems. Edited by T. Ackerman – John Wiley & Sons, Ltd, 2005.
3. P. Norgaard, H. Holttnen. A Multi-turbine Power Curve Approach, Nordic wind power conference, Chalmers University of Technology, March 2002, Göteborg.



Електротехнології в АПК

УДК 621:637.1/3

АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ МАШИН ПОТОКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ МОЛОКА

Дюкова К.В., магістрант;
Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена покращенню якості молока та молочної продукції, впровадженню у виробництві високопродуктивної потоково-технологічної лінії з виробництва молочних продуктів, надійності та ефективності роботи сепаратора CSE 45-01-177.

44

Постановка проблеми. Покращення та модернізація технологічного процесу переробки молока завдяки впровадженню метода послідовного з'єднання двох сепараторів фірми Вестфалія для тривалого зберігання молока протягом 28 днів, сепаратор CSE 45-01-177 для видалення бактерій, розроблений для досягнення високого ступеня надійності видалення суперечка. Цей сепаратор був розроблений для видалення бактерій із знежиреного і незбираного молока.

Аналіз останніх досліджень. Розвиток технології переробки молока і виробництва молочної продукції визначається рівнем науково-технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва. В даний час молоко із збільшеним терміном зберігання виробляють при прямому і переносному нагріванні свіжого молока до температури від 125 до 127°C, що значно вище температури пастеризації (від 72 до 75°C), або шляхом видалення утворюючих спори бактерій з використанням мікрофільтрації. Необхідність всіх цих процесів полягає в тому, щоб забезпечити знищення або зниження до мінімально можливо рівня кількості утворюючих спори бактерій *Bacillus cereus*, які обмежують термін зберігання питного молока.

Мета статті. Обґрунтування системи електроприводів і процесу переробки молока зі збільшеним терміном зберігання до 30 днів, з використанням сепаратору CSE 45-01-177 фірми Вестфалія.

Основна частина. Селективне відцентрове видалення *Bacillus cereus* можливо завдяки тому, що щільність утворюючих спори бактерій значно вище щільності вегетативних. Якщо порівнювати з вершками або знежиреним молоком, то різниця густин буде ще більше. Таким чином, відцентрові сили можна використовувати для надійного розділення вегетативних бактерій і бактерій *Bacillus cereus* [2, 3]. У цьому випадку два однакових, послідовно сполучених сепаратора типу CSE 45-01-177 для видалення бактерій, як правило, використовуються безпосередньо перед сепаратором відокремлювачем вершків для досягнення високого ступеня надійності видалення суперечка. Цей розділювач був розроблений для видалення бактерій із знежиреного і незбираного молока [2].

Самоочисна чаша робить машину підходящою для повністю автоматичного очищення. Відкриття і закриття чаші для вивантаження твердих речовин відбувається гідравлічним шляхом з використанням води.

Продукт подається в машину через закриту систему он-лайн. Відцентрові насоси також скидають очищений продукт в закритій системі. Керування машиною виконується 3-фазним двигуном змінного струму через відцентрове зчеплення і плоский ремінь.

Всі вироби контактуючих деталей виготовлені з нержавіючої сталі. Гігієнічна конструкція сепаратора сертифікована за санітарними стандартам. Такий підхід гарантує фактичне і повне видалення бактерій з сирого молока, включаючи вершки (рис. 1).

Далі молоко обробляється в сепараторі відокремлювачем вершків, його жирність регулюється, і воно піддається короткочасній тепловій обробці.

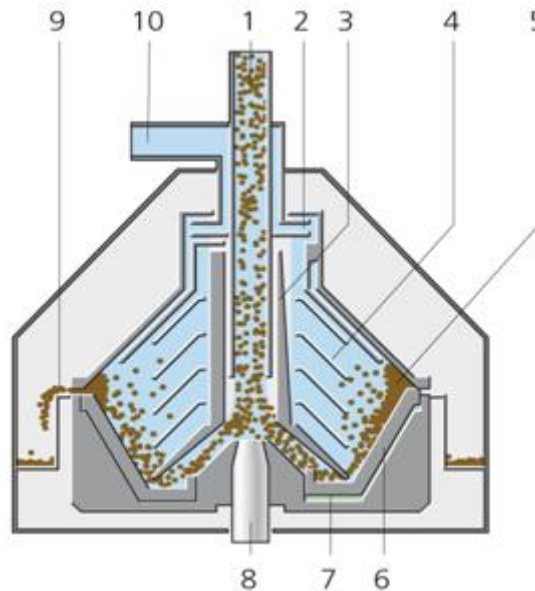


Рисунок 1 – Технічне зображення сепаратора типу CSE 45-01-177: 1 - подача продукту,; 2 – відцентрові насоси; 3 – дистриб'ютор; 4 - диск стеку; 5 - шламовий простір; 6 – поршень який ковзає; 7 – закриті камери; 8 – вал; 9 - викид твердих частинок; 10 – злив.

Немає ніяких відмінностей в енергоспоживанні при тепловій обробці, необхідної для методу з двома сполученими сепараторами, і при виробництві молока з використанням традиційного способу пастеризації. Відповідно, смак і зміст вітамінів такі ж, як і у свіжого пастеризованого молока.

Збільшення терміну зберігання в порівнянні зі звичайними термінами від 10 до 12 днів дає споживачам і підприємствам роздрібної торгівлі додаткові можливості для відвантаження і зберігання питного молока. Крім того, цей метод допомагає знизити негативний вплив тепла на свіже молоко, щоб зберегти його смак незмінним.

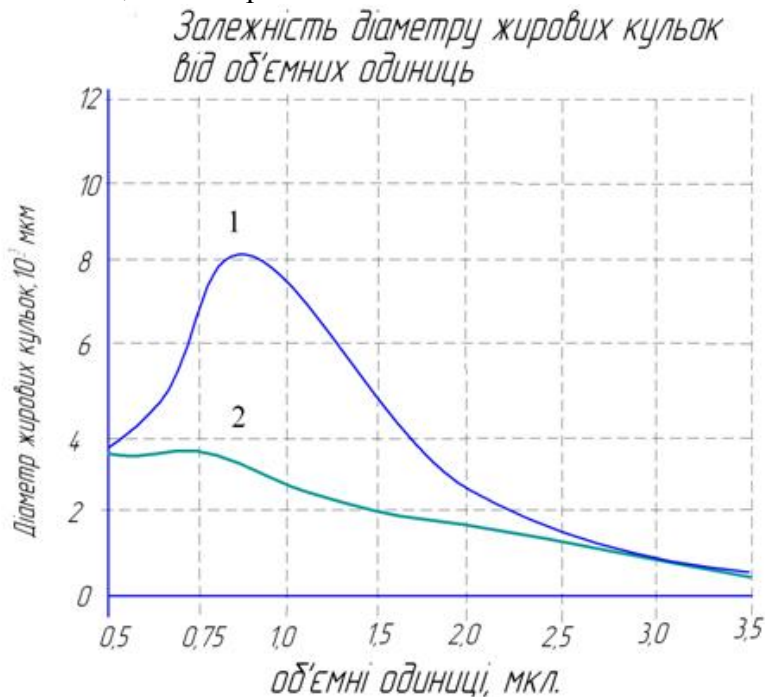


Рисунок 2 – Гранулометричний склад жирових кульок за рік.

Цей спосіб зменшує загальну кількість бактерій на 90% у порівнянні з пастеризацією, а також зниження кількості бактерій *Bacillus cereus* до рівня нижче однієї суперечки на 10мл. Все це забезпечує збереження продукту протягом не менше 20 днів.

Різні процеси, що використовуються у виробництві молока, роблять великий вплив на сепарацію незбираного молока.

До них відносяться [1]: забезпечення схоронності молока; транспортування молока на молокозаводі. Слід звернути увагу на те, щоб у максимальній мірі видалити з молока повітря, що використовується для його транспортування. Необхідними умовами для цього є:

1. Низький рівень вакууму;
2. Мінімальний перепад висот в системі трубопроводів;
3. Недопущення витоків в трубопроводі;
4. Правильний вибір перетину трубопроводів в залежності від продуктивності доїльного апарату.

Як можна бачити з рисунку 3 (поз. 1 і 2), при недостатньому перетині в молоко проникає повітря, що використовується для його транспортування. В разі великого перерізу 3 та 4 для повітря достатньо місця над молоком.

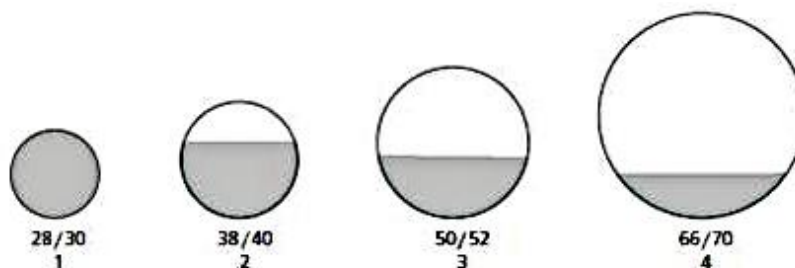


Рисунок 3 – Схеми молокопроводів різного перерізу при однаковій витраті молока.

Якщо розглядати витяг жирових кульок з "рідкого носія" (знежиреного молока) в сепараторі як фізичний процес, то швидкість осадження між тарілками підкоряється закону Стокса [2]

$$V_z = \frac{d^2 \cdot \Delta l}{18 \cdot \eta} \cdot g \cdot \zeta, \quad (1)$$

де V_z - швидкість осадження в полі відцентрових сил, [м/с];
 d - діаметр жирового кульки, [м];

$$\Delta l = l_1 - l_2, \quad (2)$$

де l_1 - щільність жирового кульки [кг/м³];
 l_2 - щільність сепарованого молока [кг/м³];
 η - динамічна в'язкість молока [кг/м³];
 g - прискорення у полі тяжіння [9,81 м/с²];
 ζ - коефіцієнт центрифугування, [$\zeta = r \cdot \omega^2$];
 r - радіус [м];
 ω - кутова швидкість [1/с].

Як видно з рівняння (1), швидкість осадження залежить від наступних параметрів:

1. Різниці щільності поділюваних компонентів (наприклад, жирових кульок);
2. Розміру частинок;
3. В'язкості рідини;
4. Швидкості барабана;
5. Радіусу барабана;
6. Площі осадження тарілок.

На рисунках нижче показана температурна залежність параметрів продукту (η). З рисунка 4 очевидно, що найбільш раціональна температура продукту 55°C. При температурах продукту > 60°C відбувається "осадження" білка, що негативно впливає на сепарацію. Такі білки утворюють тонку плівку на поверхні тарілки, а так як зазор між тарілками від 0,3 до 0,6 мм, то ці відкладення погіршують параметри потоку [2] нижньої тарілки.

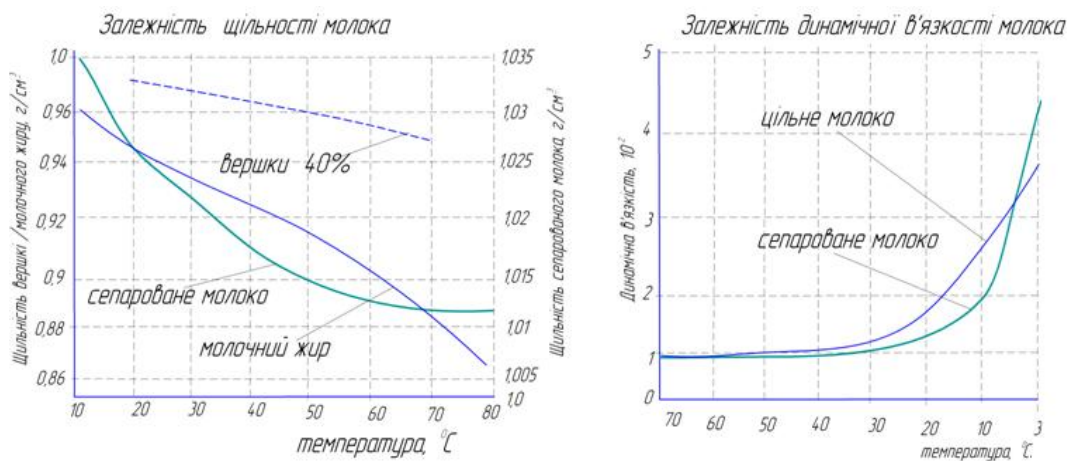


Рисунок 4 – Щільність та динамічна в'язкість, як функція температури.

Жирової кульку можна вважати витягнутим з рідини при досягненні ним верхній поверхні. При від'ємному значенні різниці щільності Δl у формулі для швидкості осадження V_z жирова кулька рухається всередину проти напрямку дії відцентрових сил в міжтарілочній області до центру барабана сепаратора [2]. Іншою причиною є різке падіння здатності жирових кульок до утворення агломератів при температурах вище 60°C. З цього можна зробити висновок про те, що слід виключити такі фази технологічного процесу, які призводять до різкого підвищення або зниження динамічної в'язкості рідини. Таким чином, слід уникати введення добавок у незбиране молоко, таких як білки або концентрат знежиреного молока, які приведуть до підвищення динамічної в'язкості, оскільки їх вплив може бути лише обмеженою ступеня компенсовано підвищенням температури. Також можна бачити, що додавання гомогенізованого молока ("рециркуляція") в незбиране молоко надає загальний негативний ефект на баланс жирів.

Сепаратори, спеціально розроблені для сепарації теплого молока, працюють при мінімальній температурі продукту від 20°C до 25°C. Це пов'язано з тим, що в'язкість вершків різко зростає з пониженням температури. Крім зниження швидкості осадження, це також призводить до зниження плинності вершків. Подальше зниження температури призвело б до закриття окремих каналів. Навіть при 20-25°C вміст жиру в вершках повинно бути встановлено на рівні 15%. Таким чином, не раціонально, наприклад, проводити сепарацію холодного молока при 15-25°C в нормальних умовах, оскільки оптимальна температура руйнування жирів 25°C, а освіти вільних жирних кислот 15°C. З іншого боку, температуру 4-12°C можна використовувати без будь-яких ускладнень в спеціально сконструйованих сепараторах для холодного молока [2].

Основний режим роботи сепаратора для холодного молока встановлюється в залежності від витрати вершків шляхом регулювання тиску в живильному патрубку. Завдяки такій регулюванню холодні 40% вершки можуть розвантажуватися з центральної частини барабана сепаратора під тиском, незважаючи на дуже високу в'язкість. Такий ефект можна отримати тільки у разі герметичних ліній подачі продукту і вивантаження вершків. При розгляді швидкості осадження сепараторі для холодного молока, ми виявимо, що на неї впливає зростаюча динамічна в'язкість. Характеристики течії вершків також погіршуються, і, таким чином, сепарація буде істотно нижче порівняно з теплим молоком. Відносно низький вміст жирів у сепарованому молоці, можна отримати тільки у разі збільшення часу перебування частки в пакеті тарілок шляхом зниження продуктивності подачі.

При температурах продукту < 4 °C виникають складнощі, пов'язані з дуже швидкої закупоркою каналів для потоку продукту в пакеті тарілок [2]. Дуже важливо максимально повно розділити незбиране молоко на знежирене молоко і вершки, оскільки характеристики течії в барабані підтримуються незмінними. Постійні зміни пропускної здатності означають необхідність створення в барабані нових умов стаціонарного течії. Отже, слід виключити різкі зміни.

На рисунку 5 показано теоретичні дослідження залежності вмісту β - глобуліну від виду та температури обробки молока.

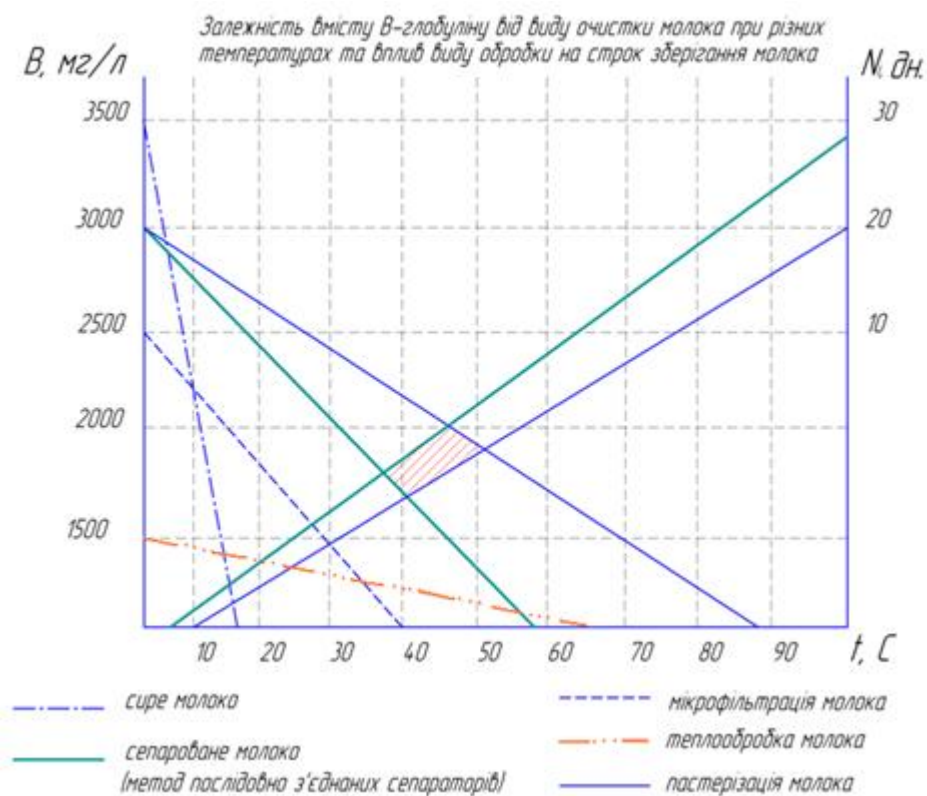


Рисунок 5 – Теоретичні залежності процесу обробки молока.

Найбільш раціональною робочою зоною є площина, яка об'єднана прямими і характеризується кількістю β - глобуліну та терміном зберігання молока.

Висновки. Проведені теоретичні дослідження системи електроприводів, обрано новий нестандартний спосіб очистки молока для його тривалого зберігання за допомогою послідовного з'єднання двох сепараторів фірми Вестфалія, завдяки цьому способу очистки молоко можна зберігати впродовж тривалого часу (до 30 днів). Цей спосіб не потребує додаткових затрат енергії, а також затрат на пар або воду, що робить його більш економічним, ніж інші види видалення бактерій з молока.

Список використаних джерел.

1. Клименко М.О. Основи та методологія наукових досліджень/ М.О. Клименко, В.П. Фещенко, Н.М. Вознюк – М.: Аграрна освіта, Київ, 2010. – 351с.
2. Цеттєр К. Сепараторы для молочной промышленности/ К. Цеттєр, В. Ханшманн – М.: Вестфалия Сепаратор АГ, 2003. – 45с.
3. Офіційний сайт ГЕА Вестфалия Сепаратор Си Ай Эс. Режим доступу: <http://russia.westfalia-separator.com/applications/dairy-technology.html>
4. Фрам Х. Альтернатива свежему молоку/ Х. Фрам, В. Грюшо - М.: Молочная река, 2010. – 21с.
5. Сайт ЗАО «Научно-производственное предприятие БИОКОН». Режим доступу: <http://www.biocon-russia.narod.ru/russian/application/milk.htm>

УДК 632.935.4

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПОЛІВ НА ІНФОРМАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ**Оленюк О.І., 3 курс;****Мороз О. М., д.т.н.***Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка**У роботі розглядаються механізми інформаційної дії електромагнітного поля на розвиток біологічних об'єктів*

49

Постановка проблеми. Особливістю живих організмів як біокібернетичних систем є їх здатність міняти тактику і стратегію управління так, щоб оптимальним чином використувати сприятливі умови розвитку і найкращим способом пристосуватися до несприятливих чинників місця існування. У ряді фундаментальних робіт обговорені механізми дії електромагнітного поля (ЕМП) на біологічні об'єкти. Запропонований механізм дії слабкого, нетеплового електромагнітного випромінювання (ЕМВ) на живі організми, заснований на припущенні про електромеханічні автоколивання клітинних субструктур, як природному стані живих клітин. Там же показано, що синхронізація випромінюванням веде до появи внутрішніх інформаційних сигналів, що впливають на регуляторні системи організму. У ряді робіт вказано на резонансний характер дії ЕМП. Тобто біологічний ефект спостерігається у вузьких частотних інтервалах, причому дія ЕМП на живі організми носить не енергетичний, а інформаційний характер, при цьому первинна дія ЕМП реалізується на клітинному рівні і пов'язано з біоструктурами, загальними для різних організмів [1].

Аналіз останніх досліджень. Передбачається, що механізм генерації ЕМВ кліток обумовлено коливаннями заряджених клітинних мембран, мікроструктура яких забезпечує виникнення дипольної компоненти з частотою випромінювання 30...80 ГГц. Цей електричний диполь, що коливається, є свого роду «клітинним випромінювачем», причому слід враховувати зв'язок випромінювання з акустичним ваганням мембрани [2].

Встановлено, що вплив зовнішніх випромінювань крайвисокої частоти (КВЧ) на організм пов'язаний з тим, що на певних резонансних частотах сигнали, що поступають ззовні, імітують сигнали управління, що генеруються в цілях збереження гомеостазу самим організмом.

Мета роботи. Обґрунтування інформаційної дії електромагнітного поля на розвиток біологічних об'єктів.

Основний матеріал дослідження. Інформаційно-енергетичні характеристики біологічних систем залежать від модуляційно-тимчасових параметрів зовнішнього електромагнітного випромінювання, рівня шумів в біологічній системі, структури білкових молекул або внутріклітинних елементів і у декілька разів повинні перевищувати рівень слабких нековалентних зв'язків в макромолекулі (вандерваальсових взаємодій, водневих зв'язків і іонних взаємодій). Енергетика клітинних структур (для інформаційних взаємодій) складає 10-10 Вт/см², що відповідає енергії менше 10-5 еВ.

Висновок. Проведений аналіз показує, що електромагнітне випромінювання слід використовувати для інформаційної енергетичної дії на розвиток біологічних об'єктів.

Список використаних джерел.

1. Велькенштейн М. В. Теория информации и биологические мембраны / В. Ф. Антонов. – М.: Мир, 1982. – 182 с.
2. Антонов В. Ф. Липиды и ионная проницаемость мембран / В. Ф. Антонов. – М.: Мир, 1982. – 182 с.

УДК 621.319.53

ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ УСТАНОВКИ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ ЕЛЕКТРОІМПУЛЬСНОЇ ОБРОБКИ

Гапоненко А.Л., 4 курс;

Рижков А.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено джерело живлення установки високовольтної електроміпульсної обробки лігноцелюлозної біомаси на базі генератора Маркса.

50

Постановка проблеми. У зв'язку з швидким темпом індустріалізації, світовий попит етанолу постійно зростає. Звичайні культури, такі як кукурудза і цукровий буряк, не в змозі задовольнити глобальний попит виробництва біоетанолу в зв'язку з їх первісною цінністю як продуктів харчування та кормів. Таким чином, лігноцелюлозна біомаса, насамперед сільськогосподарські відходи, є досить привабливою в якості сировини для виробництва біоетанолу. Сільськогосподарські відходи є економічно ефективним, поновлюваним джерелом енергії [1].

Аналіз останніх досліджень. Ферментативному перетворенню целюлози в лігноцелюлозній біомасі заважає ряд фізико-хімічних, структурних і композиційних чинників. При виробництві біопалива з лігноцелюлозної біомаси, необхідно виконувати попередню обробку рослинних волокон, щоб зробити целюлозу більш доступною для подальшого гідролізу. Фактори, що впливають на гідроліз целюлози включає пористість (доступна поверхня) біомаси, кристалічність целюлозних волокон, та вміст, як лігніну, так і геміцелюлози [2]. Попередня обробка необхідна для зміни розміру і структури біомаси, а також її хімічного складу.

Високовольтна електроміпульсна попередня обробка передбачає застосування коротких імпульсів високої напруги, що подаються на зразок біомаси, розміщений між двома електродами. Коли електричне поле виникає між двома паралельними пластинами електродів, напруженість поля (E) визначається як $E = U / d$, де U – напруга і d – відстань між двома електродами. Високовольтна електроміпульсна попередня обробка може мати серйозні наслідки для структури тканин рослин. При високій інтенсивності зовнішнього електричного поля, критичний електричний потенціал створюється поперек клітинної мембрани, що приводить до швидкого електричного пробою і місцевих структурних змін клітинної мембрани та клітинної стінки, і, отже, рослинної тканини. Електричне поле призводить до різкого збільшення проникності біомаси і, в деяких випадках, механічного руйнування тканин рослин [3, 4].

При біоконверсії біомаси в цінні види палива, лігноцелюлоза повинна бути оброблена таким чином, щоб зробити целюлозу в рослинних волокнах більш доступною. Високовольтна електроміпульсна попередня обробка може полегшити цей процес [3]. При використанні високої напруженості поля в діапазоні 5-20 кВ/см, рослинні клітини можуть бути значно зруйновані. Використовуючи електричні імпульси з високою напруженістю поля при попередній обробці можна створювати постійні пори в клітинній мембрані і, отже, полегшити доступ кислоти або ферментів, які розкладають целюлозу на складові цукри. Високовольтна електроміпульсна попередня обробка має дві суттєві переваги – воно може бути здійснена в помірних умовах середовища та має низьке споживання енергії, оскільки імпульси дуже короткі (100 мкс). Крім того, процес обробки сам по собі не пов'язаний з рухомими частинами, так що обладнання не є складним.

Формулювання цілей статті. Дослідити схему джерела живлення установки високовольтної електроміпульсної обробки біомаси на базі генератора.

Основна частина. Підвищення швидкості ферментації біомаси в реакторі можна забезпечити шляхом дезінтеграції біомаси. Один із шляхів досягнення зазначеної мети – застосування високовольтної імпульсної обробки біомаси. Пристрій попередньої обробки біомаси установці повинен забезпечувати:

- формування імпульсів напруги, що забезпечить напруженість електричного поля до 50 кВ/см всередині камери обробки;
- формування імпульсів прямокутної форми тривалістю 100 мкс;
- можливість регулювати величину амплітудної напруги імпульсів.

Пристрій попередньої обробки біомаси містить підвищуючий трансформатор ПТ, який на виході дає високу напругу. Ця напруга випрямляється випрямлячем з помноженням напруги ПН. Отримана висока напруга постійного струму подається на формувач імпульсів напруги ФІ, які прикладаються між двома електродами камери обробки КО. Під дією коротких імпульсів високої напруги відбувається руйнація структури біомаси, яка проходить через камеру обробки. Це забезпечую більш швидку ферментацію сировини.

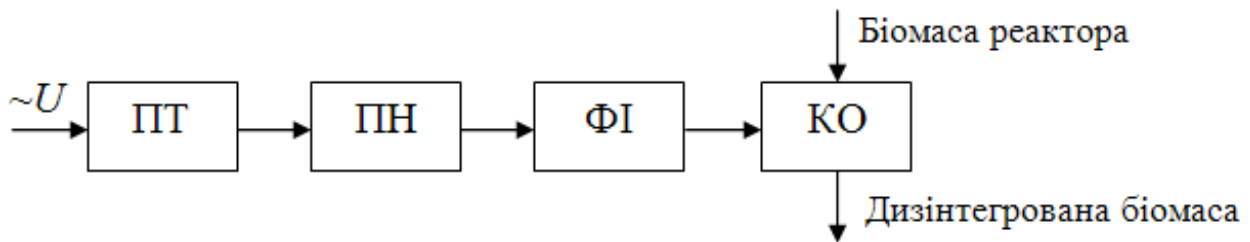


Рисунок 1 – Структурна схема попередньої обробки біомаси в біогазовій установці: ПТ – підвищуючий трансформатор, ПН – випрямляч з помноженням напруги, ФІ – формувач імпульсів, КО – камера високовольтної імпульсної обробки.

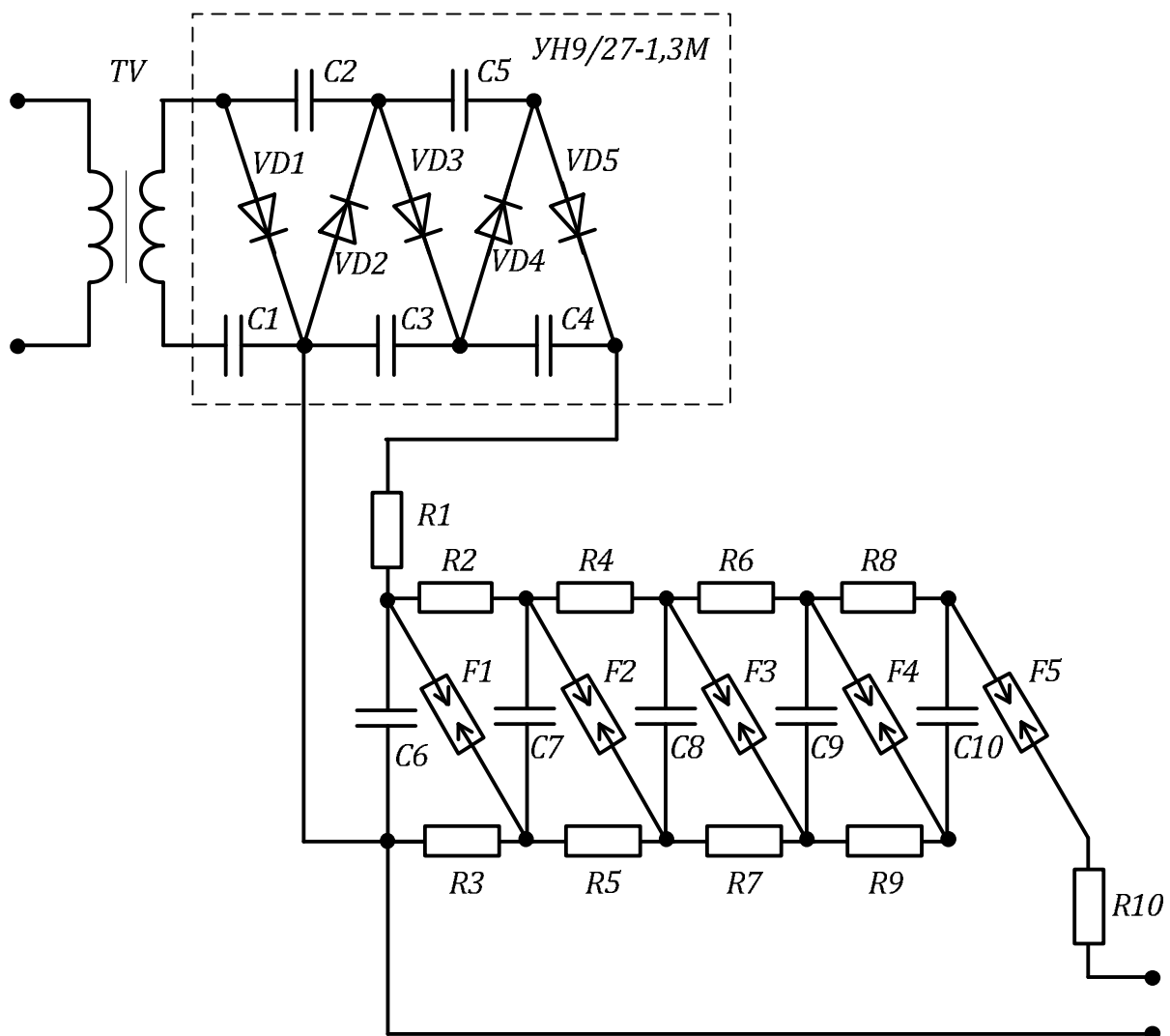


Рисунок 2 – Принципова схема пристрою попередньої обробки біомаси.

Структурна схема попередньої обробки біомаси приведена на рис. 1. Схема електрична принципова пристрою попередньої обробки біомаси представлена на рис. 2.

Підвищуючий трансформатор TV живиться від мережі 220 В. Напруга на виході трансформатора 7500 В подається до випрямляча з помноженням напруги УН9/27-1,3М. В результаті на виході останнього отримуємо постійну напругу величиною 22500 В.

Формувач імпульсів побудовано за схемою генератора Маркса, принцип дії якого заснований на зарядці електричним струмом з'єднаних паралельно (через резистори) конденсаторів, що з'єднуються після зарядки послідовно за допомогою різних комутуючих пристроїв (розрядників). Таким чином вихідна напруга збільшується пропорційно кількості з'єднаних конденсаторів.

Після зарядки конденсаторів С6-С10 запуск генератора зазвичай проводиться після спрацьовування першого розрядника F1 (тригера). Після спрацьовування тригера перенапруження на розрядниках змушує спрацьовувати всі розрядники F2-F5 практично одночасно, чим і проводиться послідовне з'єднання заряджених конденсаторів С6-С10.

Висновки. Розроблено схему структурну та електричну принципову пристрою попередньої обробки лігноцелюлозної біомаси. Установка забезпечує дизінтеграцію біомаси з метою прискорення процесу її ферментації.

Список використаних джерел.

- 1 Sarkar, N. Bioethanol production from agricultural wastes: An overview. / Sarkar, N., Ghosh, S. K., Bannerjee, S., & Aikat, K. // *Renewable Energy. An International Journal*, 2012. – №37(1). – P.19–27.
- 2 McMillan, J. D. Pretreatment of lignocellulosic biomass / McMillan, J. D. // *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production*. – Vol. 566. – Washington: American Chemical Society, 1994. – P. 292–324.
- 3 Kumar, P. Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production / Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. // *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2009. – №48(8). – P. 3713-3729.
- 4 Kumar, P. Pulsed electric field pretreatment of switchgrass and wood chip species for biofuel production / Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. // *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 2011. – №50(19). – P. 10996–11001.
- 4 Carey W. J. Marx generator design and performance / W. J. Carey, J. R. Mayes // *24th Power Modulator Symposium and High-Voltage Workshop*, 2002. – P. 625-628.

УДК 621.317

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Пешков М., 3 курс;

Нестерчук Д.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Робота присвячена аналізу електричних властивостей п'єзоелектричних перетворювачів. Обґрунтована робоча область частот п'єзоелектричних перетворювачів та розглянуте питання впливу частоти коливань на вихідну напругу перетворювачів.*

53

Постановка проблеми. П'єзоелектричний перетворювач, як різновид електростатичних перетворювачів, ефективно використовується для випромінювання ультразвукових хвиль у рідині та тверді тіла, а також для вимірювання швидко змінних неелектричних величин. Тому стає доцільним провести аналіз електричних властивостей п'єзоелектричних перетворювачів з використанням еквівалентної схеми з урахуванням частотного діапазону перетворювачів.

Аналіз останніх досліджень. Первинний вимірювальний перетворювач або сенсор – це вимірювальний перетворювач, який перший взаємодіє із об'єктом вимірювання і є перетворювачем роду фізичної величини. Як відомо, дія п'єзоелектричного перетворювача заснована на прямому п'єзо ефекті, який полягає у появі електричних зарядів на поверхні п'єзоелектричних матеріалів під впливом механічних напруг. Особливістю п'єзо ефекту є зміна знака заряду, а саме, при зміні напрямку механічного напруження змінюється полярність електричних зарядів і при зміні полярності електричного поля змінюється напрям механічної деформації діелектрика, що зумовлює роботу п'єзоелектричних перетворювачів у динамічному режимі. [1, 2, 3],

Мета статті. Метою статті є дослідження електричних властивостей первинних п'єзоелектричних вимірювальних перетворювачів.

Основні матеріали дослідження. На рисунку 1 наведена спрощена конструктивна схема п'єзоелектричного вимірювального перетворювача. [3].

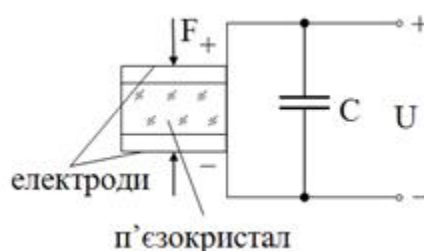


Рисунок 1 – Спрощена конструктивна схема п'єзоелектричного перетворювача.

Для виготовлення первинного вимірювального п'єзоелектричного перетворювача найбільше застосування знайшли кристали кварцу та штучні п'єзоелектричні матеріали - п'єзокераміки, такі як титанат барію, цирконат титанату свинцю (ЦТС). Ці матеріали характеризуються великим п'єзомодулем ($d = 200 \cdot 10^{-12}$ Кл/Н) та дуже високою діелектричною проникністю ($\epsilon_r - 1500 \dots 1700$), яка більш ніж у триста разів перевищує діелектричну проникність кварцу. П'єзоелектричні перетворювачі мають вигляд круглих дисків діаметром 10-20 міліметрів. Товщина п'єзоперетворювачів залежить від власної (резонансної) частоти коливань. А саме, товщина перетворювача зворотно пропорційна частоті коливань. Так, якщо товщина перетворювача дорівнює 1 міліметр, тоді частота коливань складає для кварцу приблизно 2,85 МГц, а для ЦТС - приблизно 1,8 МГц [2].

Слід відзначити, що в залежності від п'єзоматеріалу, його форми та орієнтації кристалічних висей вхідною величиною можуть бути як сили, які здійснюють деформацію стиснення чи розтягнення, так і сили, які здійснюють деформацію зсуву.

П'єзоелектричний перетворювач є генераторним первинним вимірювальним перетворювачем, тому його вхідною величиною є електрорушійна сила (ЕРС), E , яка залежить від п'єзоелектричного заряду, q , та від ємності, C , що створена електродами перетворювача [1]

$$E = \frac{q}{C}. \quad (1)$$

Ємність п'єзоелектричного перетворювача визначається за аналітичним виразом [1]

$$C = \frac{\varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{\delta}, \quad (2)$$

де ε_0 - електрична стала, Ф/м;

ε_r - відносна діелектрична проникність п'єзоелектричного матеріалу;

S - площа перетворювача, м²;

δ - відстань між електродами перетворювача, м.

В кінцевому результаті функція перетворення п'єзоперетворювача має вигляд

$$E = \frac{d \cdot \delta \cdot F}{\varepsilon_r \cdot \varepsilon_0 \cdot S}, \quad (3)$$

де d - п'єзоелектричний модуль.

Аналіз літературних джерел [1,2,4] показав, що вимірювальне коло з п'єзоелектричним перетворювачем повинно мати високий вхідний опір, щоб заряди, які виникають в результаті поляризації не «стікали» крізь опір ізоляції, особливо, якщо присутні низькі частоти впливу сили F . Якщо ця сила змінна, то утворюється змінна ЕРС. Період зміни сили повинен бути набагато менше сталої часу, яка визначається ємністю перетворювача та опором витoku заряду, щоб процес витoku не впливав на величину вихідної напруги п'єзоперетворювача. [4]. Сила, F , як і ЕРС, E , змінюється за синусоїдальним законом, тому вимірювання змінної сили стиснення, як неелектричної величини, призводить до вимірювання електричної ЕРС або напруги.

Аналіз електричних властивостей п'єзоелектричного перетворювача може бути виконаний за допомогою його еквівалентної розрахункової схеми, яка подана на рисунку 2. [4].

Схема складається з ємності перетворювача, C_0 , з опору перетворювача з урахуванням опору ізоляції лінії відносно землі, R_0 , з ємності кабелю та ємності кола СВХ.

П'єзоелектричний перетворювач з'єднаний з вимірювальним колом екранованим кабелем.

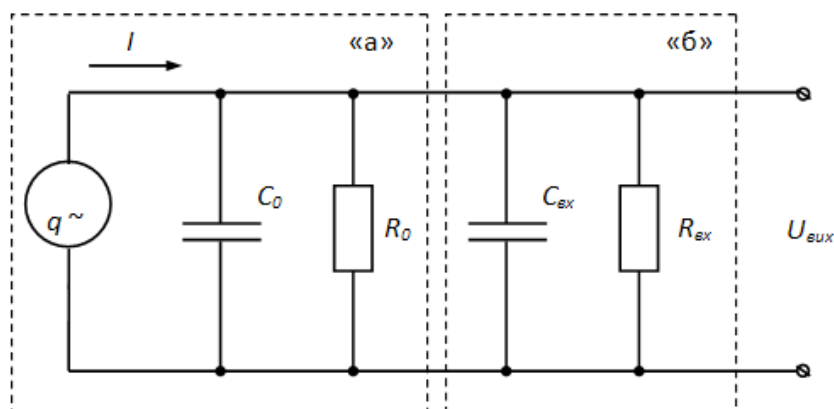


Рисунок 2 - Еквівалентна схема п'єзоперетворювача:
а - п'єзоелектричний перетворювач; б - вимірювальне коло.

Так як вихідна потужність п'єзоелектричних перетворювачів мала, то величина його вхідного опору повинна бути дуже великою. Еквівалентну схему можна спростити (рис. 3).

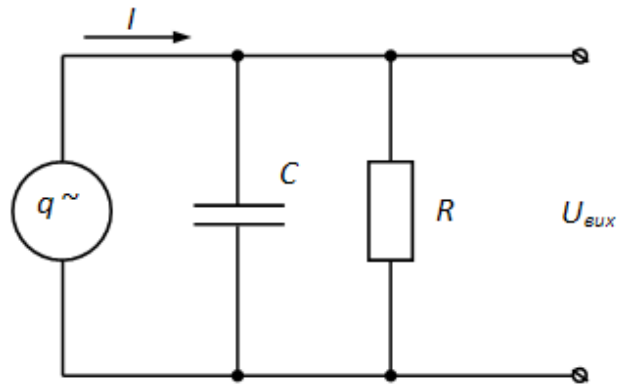


Рисунок 3 - Спрощена еквівалентна схема.

$$R = \frac{R_0 \cdot R_{BX}}{R_0 + R_{BX}}, \quad (4)$$

$$C = C_0 + C_{BX}. \quad (5)$$

Тоді вихідна напруга п'єзоелектричного перетворювача з підключеним до нього вимірювальним колом визначається за аналітичним образом в комплексній формі

$$U_{вих} = I \left[\frac{R/\omega C}{R + 1/\omega C} \right], \quad (6)$$

Використання отриманих аналітичних виразів для середніх та низьких частот стає можливим, якщо внутрішній опір п'єзоелектричного перетворювача можна замінити і еквівалентною ємністю. На високих частотах з'являються резонансні властивості перетворювачів, що призводить до підвищення чутливості п'єзоелектричних перетворювачів. [4, 5].

Первинні п'єзоелектричні перетворювачі використовуються для вимірювання сили, тиску, механічних напружень, прискорень. На основі п'єзоелементів будують п'єзорезонансні перетворювачі, вихідною величиною яких є частота коливань п'єзорезонатора, яка в свою чергу, є функцією температури, механічних напружень.[1...5].

Висновок. Аналіз аналітичних виразів (1...6) дозволяє зробити висновок про те, що вихідна напруга перетворювача залежить не тільки від сили стиснення, а також від частоти та ємності вимірювального кола. Якщо частота дорівнює нулю, то п'єзоелектричними перетворювачами не можна вимірювати статичні напруги.

Список використаних джерел.

1. Электрические измерения неэлектрических величин / Под ред. П.В.Новицкого. - Л.: Энергия, 1975. – 576 с.
2. Бриндли К. Измерительные преобразователи: Справочное пособие: Пер. с англ. / К.Бриндли. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 144 с.
3. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т. / М.Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника. – Львів: В-во Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532с.
4. Полищук Є.С. Методи та засоби вимірювань неелектричних величин: Підручник./ Є.С.Полищук. – Львів: В-во Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 360 с.
5. Измерения электрических и неэлектрических величин / Н.Н.Евтихийев, Я.А. Купершмидт и др.; Под общ. ред. Н.Н.Евтихьева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 352 с.

УДК 621:537

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ СИЛИ ВЗАЄМОДІЇ ВІД НАПРУГИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ЯВИЩА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ІНДУКЦІЇ

Куценко Д.Ю., 11 клас;
Коваленко А.М., учитель вищої категорії;
Куценко Ю.М., к.т.н.

*Мала академія наук України,
Мелітопольська загальноосвітня школа № 4,
Таврійський державний агротехнологічний університет*

Розглянуті теоретичні основи явища електромагнітної індукції та проведені експериментальні дослідження залежностей в процесі вивчення даного явища

56

Постановка проблеми. Відкрите М. Фарадеєм у 1831 році явище електромагнітної індукції (ЕМІ) має велике філософське, теоретичне і практичне значення. Це явище стало основою електромагнітної картини світу, дало змогу Дж. Максвеллу побудувати теорію електромагнітного поля, у якій з єдиних позицій були пояснені всі відомі електричні й магнітні явища та передбачені нові, лягло в основу сучасної електроенергетики – генераторів електростанцій, які перетворюють механічну енергію в енергію електричного струму. А використання трансформаторів, які теж працюють на основі явища ЕМІ, дає можливість передавати цю енергію на великі відстані з незначними затратами завдяки зменшенню нагрівання проводів. Вивчення явища ЕМІ є актуальним ще й тому, що дає можливість практичного застосування в електромагнітних технологіях закритого ґрунту.

Аналіз останніх досліджень. Актуальність дослідження полягає в інноваційній експериментальній пропозиції щодо демонстрації дослідів явища електромагнітної індукції під час вивчення електродинаміки, що, безумовно, сприятиме розширенню знань в подальших теоретичних і практичних дослідженнях у цій галузі. Стисло актуальність дослідження представлена на рис. 1.



Рисунок 1 – Актуальність дослідження закону ЕМІ

Об'єктом дослідження є явище електромагнітної індукції.

Предметом дослідження є залежності виникнення електрорушійної сили (ЕРС) у замкненому провідному контурі при зміні магнітного потоку через цей контур.

Мета статті полягає в розкритті матеріалу з проведення та аналізу дослідів з електромагнітної індукції, демонстрації їх деяких особливостей, а саме: з'ясуванні залежності висоти підняття суцільного алюмінієвого кільця в змінному магнітному полі від його.

Наукова новизна роботи полягає в інноваційній розробці вивчення сутності явища електромагнітної індукції експериментальним шляхом в умовах загальноосвітньої школи.

Основні матеріали дослідження. Відкриття явища електромагнітної індукції належить до тих, які відіграли важливу роль для прогресу людства. Так само, як Ерстед, видатний англійський фізик Майкл Фарадей глибоко розумів складні взаємозв'язки і взаємоперетво-

рення різних сил природи. Знаючи про досліди Ампера, який показав, що електричні явища породжують магнітні, Фарадей прийшов до висновку, що повинно існувати й обернене явище. У 1821 році вчений записав у своєму щоденнику: «Перетворити магнетизм в електрику».

Така новаторська наукова проблема могла бути сформульована тільки великим дослідником. Десять років потрібно було вченому для того, щоб досягти успіху. Фарадей експериментально довів, що в нерухомому провіднику, розташованому в магнітному полі, виникає електричний струм, коли магнітне поле змінюється.

Явище електромагнітної індукції полягає у виникненні електричного струму в замкнутому електропровідному контурі при зміні магнітного потоку через площу цього контуру. Такий електричний струм називають індукційним [1].

Для вивчення явища ЕМІ в лабораторних умовах середньої школи було зібрано установку з котушки, сталених стержнів, джерела напруги та ключа (рис. 2). Дослідний пристрій зроблений власними силами включає в собі: замкнутий контур з 300 витків мідної проволочки діаметром 0,56 мм, закріплений на кільцеподібній текстолітовій основі з дерев'яною ручкою. До виводів витків контуру приєднано електричну лампочку.

Обладнання дослідів



Рисунок 2 – Експериментальна установка

Також для проведення дослідів було використано секундомір, вимірювальний циліндр, електронні терези, термометр, сім сталених стержнів загальною масою 0,5 кг, калориметр, термопару та джерело змінної напруги з набору КЕФ-8.

Досліди з алюмінієвими кільцями

При спробі пропустити через котушку постійний струм можна побачити, що в момент замикання ключа кільце підстрибує, а потім знову опускається на котушку. Це пояснюється тим, що при замиканні кола котушки по ній починає проходити постійний струм. Магнітне поле цього струму індукує в кільці струм протилежного відносно до струму в котушці напрямку. У цьому проявляється правило Ленца. Оскільки антипаралельні струми відштовхуються, кільце в момент замикання кола котушки підстрибує. Але по котушці тече постійний струм, тому магнітний потік через кільце, після того як він виник, уже не змінюється. Індукційний струм у кільці зникає, і воно опускається на котушку.

Спочатку було проведено досліди з алюмінієвими кільцями масою 10 г та 31 г. Наступні досліди виконали з кільцями масою 20 г, 40 г та 50 г, скомплектовані з двох або трьох кілець потрібної маси. За результатами вимірювань побудовані відповідні діаграми (рис. 3)

При спробі пропустити через котушку змінний струм можна побачити, що в момент замикання ключа суцільне кільце підстрибує, відштовхуючись від котушки на певну висоту, трохи опускається й залишається на місці. Це пояснюється тим, що по котушці тече змінний струм, частота якого 50 Гц. Тому весь час існує сила відштовхування, яка й піднімає кільце вгору. Але висота, на якій утримується кільце, менша за ту, на яку воно піднімається спочатку. Це спричинено тим, що під дією електромагнітного поля кільце нагрівається, опір збільшується, а значення індукційного струму зменшується. Разом із тим зменшується й сила відштовхування. При цьому, якщо підняти це кільце і відпустити, воно опуститься на те ж саме місце. Якщо кільце опустити і знову відпустити, воно також підніметься на те ж саме місце. Кільце висить на тій висоті, на якій сила відштовхування між струмом, що йде по кільцю, і струмом у котушці врівноважує силу тяжіння, що діє на кільце. Це явище називають магнітною левітацією [2, 3].

Досліди з алюмінієвими кільцями



Залежність висоти підняття кільця від напруги на котушці

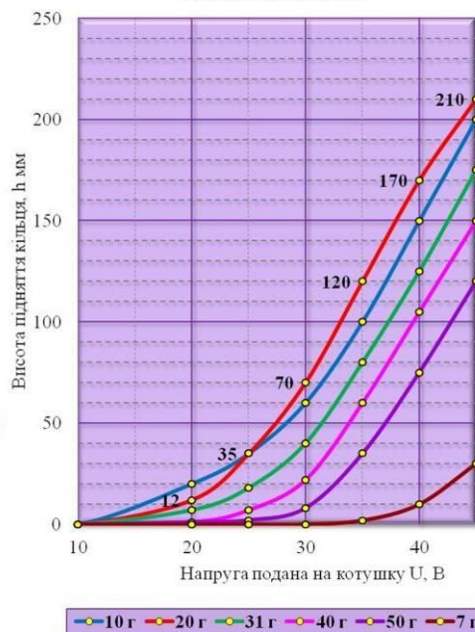


Рисунок 3- Виконання досліду та його результати

Дослід із замкнутим контуром

Якщо замінити алюмінієве кільце замкнутим контуром із 300 витків мідної проволочки, до виводів якої підключена електрична лампочка (6,5 В; 0,3 А), то можна спостерігати за зміною яскравості світіння вольфрамової нитки лампочки під час руху контуру вздовж стержня (рис. 4).

Електрична лампочка в відіграє роль своєрідного індикатора електромагнітного поля. Найближче до котушки електромагнітне поле найсильніше, тому й яскравість світіння буде найбільшою. Із віддаленням контуру від котушки дія електромагнітного поля слабшає, індукційний струм у контурі зменшується, лампочка поступово згасає (рис. 4).

Спостереження зміни яскравості світіння лампочки

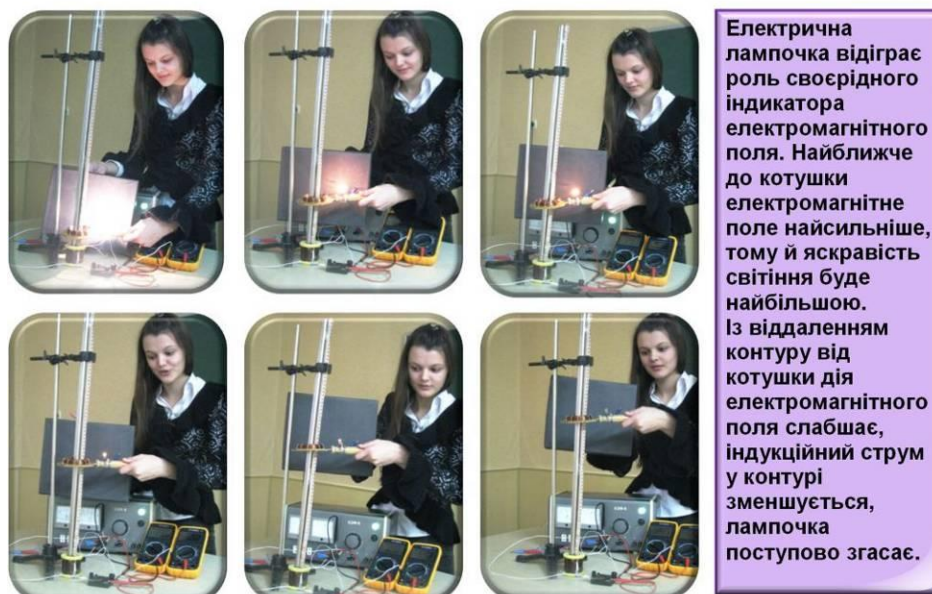


Рисунок 4 – Дослід із замкнутим контуром

Висновок. Реалізувавши поставлену мету і завдання в роботі ми дійшли висновку, що висота підняття суцільного алюмінієвого кільця в змінному магнітному полі прямо пропорційна поданій на котушку змінній напрузі. Вона також залежить від маси та форми кільця. Отже, висота підняття кільця визначається співвідношенням між силою тяжіння, що діє на

кільце, та силою магнітного поля індукційного струму. Чим більшу змінну напругу подавати на котушку, тим більший змінний струм буде проходити по ній, відповідно, буде створюватися більше змінне магнітне поле. Це поле, перетинаючи суцільне алюмінієве кільце, викликає в ньому індукційний струм. Згідно з правилом Ленца, напрям цього струму такий, що магнітне поле, створене ним, напрямлене в протилежну сторону до змінного поля котушки. Тому кільце відштовхується від котушки й підлітає на більшу висоту при більшому струмі в котушці.

У ході експериментів з'ясувалося, що при низькій напрузі 10÷25 В найвище піднімається найвужче кільце. При напрузі 25÷45 В найвище піднімається кільце, скомбіноване з двох вузьких по 10 г.

Чим більша ширина кільця, тим менший його опір, тим більший індукційний струм у ньому виникає. Таке кільце має підлітати найвище, але цього не відбувається через завелику масу. Під час проведення дослідів було встановлено, що найвужче кільце, хоч і з найменшою масою, має також не найвищу висоту підйому. Це пов'язано з тим, що індукційний струм у ньому не достатньо великий.

Отже, висота підняття кільця визначається співвідношенням між силою тяжіння, що діє на кільце, та силою магнітного поля індукційного струму. Найкращим воно є для кільця масою 20 г.

Кільце, виготовлене з проволочки діаметром 4 мм масою 7 г починає підлітати лише за напруги 35 В, а при 45 В висота підняття становить 30 мм. Отже, висота підняття кільця залежить ще й від форми кільця.

Методика дослідів із вивчення явища електромагнітної індукції створена з урахуванням можливостей експерименту в реальних умовах. Розроблені досліді є достатньо ефективними, тому їх доцільно демонструвати на презентаціях з фізики, виконувати під час проведення лабораторного практикуму.

Список використаних джерел.

- 1 Трофимова Г.И. Курс физики: Учебное пособие для вузов / Г.И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 1990. – 478 с.
- 2 Демонстрация эффекта квантовой левитации. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://berloga.net/view.php?id=194473>.
- 3 Левитация. Вікіпедії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>.
- 4 Анохина И.Н. Учебное пособие по разделу «Электричество и магнетизм» курса физики Заочной физико-математической школы ТГУ/ И.Н. Анохина, В.Ф. Нявро. – Томск, 2006. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ido.tsu.ru/schools/physmat/data/res/elmag/uchpos/text/>
- 5 Гончаренко С.У. Фізика: Підручник для 11 класу середньої загальноосвітньої школи/ С.У. Гончаренко. – К.: Освіта, 2002. – 319 с.
- 6 Горев Л.О. Цікаві досліді з фізики/ Л.О. Горев. – М.: Просвіта, 1985. – 175 с.: іл.
- 7 Електропостачання та електроспоживання// Національний портал з енергозбереження. ПМКЕУ «PATRIOT». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.patriot-nrg.ua/ukr/savings/view/31>.
- 8 Жилко В.В. Фізика: / В.В. Жилко, А.В. Лавриненко, Л.Г. Маркович. – 2-е изд. – Мн.: Нар. Асвета, 2004. – 382 с.: ил.
- 9 Коршак Є.В. Фізика. 11 клас: Підручник для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту)/ Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
- 10 Ландсберг Г.С. Елементарний підручник фізики/ Г.С. Ландсберг. – М.: Наука, 1985.
- 11 Парфентьева Н.А. Решение задач по физике. Часть 2/ Н.А. Парфентьева, М.В. Фомина. – М.: Мир, 1993. – 206 с.
- 12 Сергієнко В.П. Фізика. Навчальний посібник / В.П. Сергієнко. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://sp.bdpu.org/theory/vpsergienko/4_Elektrodinamik.html.
- 13 Соколович Ю.А. Фізика: Навчально-практичний довідник/ Ю.А. Соколович, Г.С. Богданова. – Х.: Видавництво «Ранок», 2010.–384 с.

УДК665.2/3.067.7

ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ПРИ ДЕЗОДОРАЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ

Потапенко О.Ю., 5 курс;

Назаренко І.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі надані результати досліджень щодо використання електростатичного поля в процесі дезодорації рослинних олій. Показано, що неоднорідне електростатичне поле визиває інтенсифікацію процесу випаровування жирних кислот.

60

Постановка проблеми. Переробка олійних культур з метою отримання високоякісних рослинних олій пов'язана з рядом технологічних операцій по видаленню з них різних речовин, у тому числі і летючих органічної сполук. Такі процеси (дезодорація) дуже енергоємні оскільки пов'язані з нагрівом рідини до температури кипіння або інтенсивного випаровування жирних кислот, що входять до складу олій і підлягають видаленню при глибокому вакуумі. Зниження робочої температури установок, що дезодорують, так само як і зниження вакууму дозволило б істотно понизити енерговитрати.

На динаміку процесів, зв'язаних з масопереносом в багатокомпонентних системах можуть впливати різні зовнішні дії такі як перемішування (механічне, пневматичне, гідравлічне), додавання адсорбентів, обробка ультразвуком, дія полями електричної природи. Тому стаття присвячена питанням дослідження процесу інтенсифікації випаровування жирних кислот електростатичним полем

Аналіз останніх досліджень. На сучасних переробних підприємствах використовують як лужне рафінування олій і жирів, так і фізичне. Фізичне рафінування має наступні переваги перед традиційним методом:

- виключається стадія лужної нейтралізації, внаслідок чого відсутні шкідливі відходи;
- знижуються до мінімуму відходи і втрати жиру з промивними водами;
- скорочується кількість промивок, внаслідок чого зменшуються витрати часу на цій стадії;
- заощаджуються витрати на обробку промивних вод;
- збільшується вихід дезодорованих олій і жирів більш ніж на 8 кг на тонну;
- заощаджуються допоміжні матеріали.

Суть процесу видалення з олій летючих речовин полягає в перегонці їх з рідини в пару. Швидкість цього процесу залежить від різниці концентрацій речовини, що видаляється, в рідкій фазі і концентрації цієї ж речовини при рівновазі між рідиною і паром, а так само від площі поверхні контакту фаз. Залежно від способу створення поверхні контакту між рідкою і газовою фазами, апарати масопереносу бувають:

- барботажні, в яких контакт фаз здійснюється на поверхні газу, що диспергований в рідині у вигляді бульбашок;
- розпилювальні, в яких контакт фаз здійснюється на поверхні диспергованої рідини;
- плівкові, в яких контактує суцільна рідка і газова фази.

Мета статті. Метою проведених досліджень було теоретичне і експериментальне обґрунтування параметрів електростатичного поля при випаровуванні жирних кислот.

Основні матеріали дослідження. Базовою теоретичною передумовою інтенсифікації процесу дезодорації рослинних олій електростатичним полем є вплив на фазові рівноваги і перетворення сумішей не тільки термодинамічних параметрів (температура і тиск), але і електричних параметрів (напруженості, градієнта напруженості) електричного або магнітного поля [1]. Ступінь цього впливу у разі дії електростатичного поля, перш за все залежить від діелектричних властивостей компонентів сумішей (форма, розміри, полярність молекул ре-

човин в суміші), а також, через векторну природу поля, від його конфігурації в неоднорідній системі рідина - пара.

Як відомо на діелектричну частинку в неоднорідному електростатичному полі діє по-ндемоторна сила

$$F_n = 4\pi\epsilon_0 r^3 E \operatorname{grad} E \frac{\epsilon_{r1} - \epsilon_{r2}}{\epsilon_{r1} + 2\epsilon_{r2}}, \quad (1)$$

де ϵ_0 - діелектрична проникність вакууму ($\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м), Ф/м;
 $\epsilon_{r1}, \epsilon_{r2}$ - відносні діелектричні проникності частинки і середовища;
 r - радіус частинки, м;
 E - напруженість електричного поля, В/м.

61

Завдяки цій силі, у випадку якщо на межі розділу «рідина - пара», є неоднорідне електричне поле достатньої напруженості, умови випаровування рідкої фази повинні полегшуватися і навпаки конденсація пари стає важкою.

Процес випаровування рідини під дією електростатичного поля з відкритої поверхні повинен відрізнятись від випаровування в замкнутій порожнині киплячої рідини з двох причини. По-перше, наявність бульбашки спотворює початкову конфігурацію поля (напруженість поля усередині бульбашки стає значно більшою, а по-друге концентрація пари у поверхні бульбашки завжди перевищує концентрацію поблизу відкритої поверхні, оскільки вона не ізольована.

Для того, щоб оцінити ступінь впливу електростатичного неоднорідного поля на процес випаровування з поверхні, порівняємо середню кінетичну енергію молекули пари на межі розділу «рідина - пара» із зміною потенційної енергії молекули в полі при переміщенні її на відстань відповідну її розмірам. Як модель приймемо фазове перетворення молекули жирної кислоти, що входить до складу соняшникової олії при дезодорації. До складу соняшникової олії входить ряд жирних кислот, але найбільшу температуру кипіння має олеїнова ($T_k = 633$ К) [2].

Середня кінетична енергія будь-якої атомно-молекулярної структури при тепловій рівновазі дорівнює [1]

$$E_{\text{кин}} = \frac{1}{2} k \cdot T, \quad (2)$$

де k - постійна Больцмана ($k = 1,3 \cdot 10^{-23}$ Дж/К), Дж/К;
 T - абсолютна температура, К.

Виходячи з формули 2, середня кінетична енергія молекули олеїнової кислоти складає $3,7 \cdot 10^{-21}$ Дж.

Розрахунок сили, що діє на діелектричну частинку олеїнової кислоти з розмірами молекули порядку $r = 10^{-9}$ м, відносною діелектричною проникністю $\epsilon_{r1} = 3$, що знаходиться на поверхні розділу «рідина - пара», з відносною діелектричною проникністю пари $\epsilon_{r2} = 1$, при напруженості електричного поля $E = 5 \cdot 10^5$ В/м і $\operatorname{grad} E = 10^7$ В/м² по формулі 1 дають величину $F_n = 2 \cdot 10^{-26}$ Н. Розрахунок зміни потенційної енергії при русі частинки в електричному полі на відстань її розміру по формулі

$$E_n = F_n \cdot r. \quad (3)$$

показує, що ця величина складе порядок 10^{-35} Дж і вона значно менше енергії теплового руху молекул олеїнової кислоти.

На підставі рівнянь 1-3 можна розрахувати розміри агрегату молекул у вигляді краплі, при яких вказані енергії будуть дорівнювати для заданих характеристик поля, що є граничними зважаючи на можливий електричний пробій середовища

$$r = \sqrt[4]{\frac{kT(\epsilon_{r2} + 2\epsilon_{r2})}{4\pi\epsilon_0 E \operatorname{grad} E (\epsilon_{r1} - \epsilon_{r2})}}. \quad (4)$$

Ці розміри складають величину близько 10 мкм.

Таким чином, помітна дія неоднорідного електростатичного поля на процес випаровування модельної рідини можлива тільки для крупних частинок у вигляді туману. Проте, таке розпилювання рідини приводить до збільшення площі поверхні випару безпосередньо в газовому середовищі і до зміни динаміки випаровування, що може бути використане на практиці в технологічних процесах, пов'язаних з масопереносом.

Для практичного підтвердження вказаних теоретичних передумов нами була створена експериментальна установка і розроблена методика дослідження процесу випаровування модельної рідини.

Установка включає спиртний палик з тиглем, куди встановлюється колба з модельною рідиною. У колбу поміщений термометр через пробку для герметизації, до другої горловини колби підключена вакуум - система, що складається із сполучних трубок, пастки, насоса Камовського і вакуумметра. З метою зменшення втрат тепла колба мала теплоізоляцію. Для створення електричного поля використовувалися дві пари електродів: перша пара для створення однорідного поля в горизонтальному напрямі; друга пара для створення неоднорідного електричного поля у вертикальному напрямі, градієнт, якого направлений вгору до вільної поверхні рідини. Живлення на установку подавалась від джерела, що являє собою лабораторний автотрансформатор для регулювання напруги, підвищувальний трансформатор та помножувач напруги. Прибори з'єднувались високовольтним проводом.

Методика дослідження полягала у наступному. Олеїнова кислота підігрівалась до температури кипіння ($360\text{ }^{\circ}\text{C}$) при атмосферному тиску. Після цього посуд охолоджувався. В процесі охолодження в ньому змінювався тиск за допомогою вакуумного насоса, та на електроди подавалась напруга різного рівня. Показники фіксувались при початку випаровування з поверхні рідини термометром з ціною поділки $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, манометром з ціною поділки 1 кПа , та вольтметром з ціною поділки 100 В . Під час попередніх досліджень було з'ясовано, що однорідне електростатичне поле у горизонтальному напрямі не впливає на процес, тому в подальшому напруга подавалась лише на горизонтальні електроди, що створювали неоднорідне електричне поле в вертикальному напрямі. Результати досліджень представлені у вигляді графічних залежностей на рисунках 1 та 2.

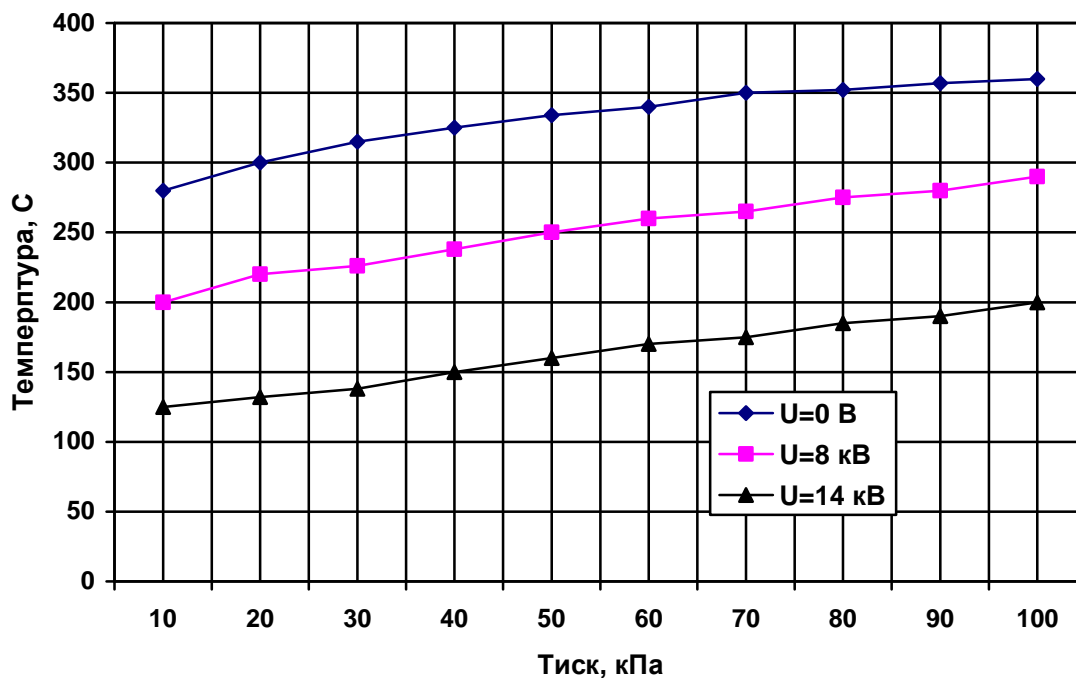


Рисунок 1 – Залежність температури випаровування від статичного тиску.

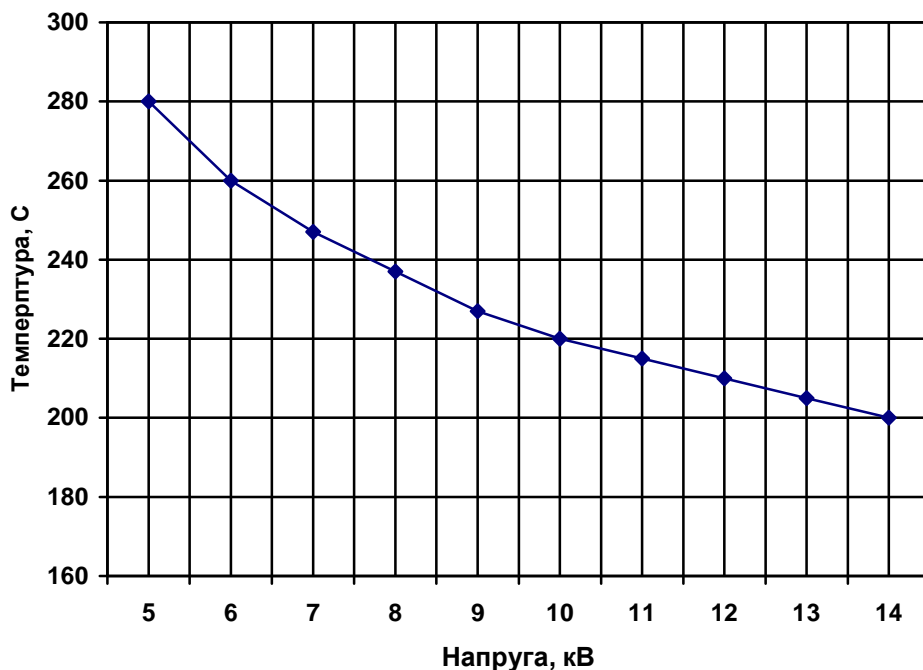


Рисунок 2 - Залежність початкової температури випаровування від напруги на горизонтальних електродах при статичному тиску 100 кПа.

На рисунку 1 залежність температури від тиску при $U=0$ є кривою фазового переходу, яка становить у відповідність температуру з тиском насиченої пари. З аналізу наданих на рисунку 1 залежностей бачимо, що напруга на електродах суттєво впливає на процес випаровування. Це підтверджує і залежність температури початку випаровування від напруги, що надані на рисунку 2.

Висновок. В результаті виконаних теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що на процес випаровування жирних кислот крім термодинамічних параметрів впливають параметри електричного поля (напруженість і градієнт напруженості). Інтенсифікація процесу випаровування можлива лише в неоднорідних полях ($\text{grad}E \neq 0$).

Практична реалізація вказаного процесу можлива в технологіях дезодорації рослинних олій, зокрема при переробці соняшника, але для встановлення технологічних параметрів процесу дезодорації (час обробки, характеристики поля, температура і тиск) потрібні подальші дослідження.

Список використаних джерел.

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Термодинамика и молекулярная физика/ Д.В. Сивухин - М.: Наука, 1979, 552 с.
2. Васильева Г.Ф. Дезодорация масел и жиров/ Г.Ф. Васильева- СПб: ГИОРД, 2000.- 192с.

УДК 637.073

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ М'ЯСА ТА М'ЯСОПРОДУКТІВ В НВЧ ДІАПАЗОНІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ХВИЛЬ

Заваденко Д.С., магістрант;
Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Експериментальне визначення діелектричних характеристик харчових продуктів. Показані діелектричні характеристики основних харчових продуктів на прикладі замороженого м'яса

64

Постановка проблеми. Різноманітність методів вимірювання діелектричних характеристик харчових продуктів викликана як неможливістю створити універсальний метод, так і відмінностями в характері розв'язуваних ними задач. Фізико-хімічні характеристики харчових продуктів тваринного походження можуть коливатися в широких межах. У процесі теплової обробки значення вказаних характеристик також зазнають значних змін.

Аналіз останніх досліджень. Розморожування в НВЧ-поле дозволяє у десятки разів прискорити процес і в значній мірі зберегти якість харчових продуктів.

Формування цієї статті. Експериментальне визначення діелектричних властивостей замороженого м'яса в НВЧ діапазоні електромагнітних хвиль.

Основна частина. Різноманітність методів вимірювання діелектричних характеристик харчових продуктів викликана як неможливістю створити універсальний метод, так і відмінностями в характері розв'язуваних ними задач. В залежності від призначення методи вимірювання діелектричних характеристик матеріалів можуть відрізнятися за такими основними показниками: діапазону частот, в якому вони вимірюються; меж вимірювання діелектричної проникності і тангенса кута поглинання; точності зміни цих величин; кількості матеріалу використаного зразка; інтервалу температур, в якому проводиться дослідження; придатності методу для вимірювання речовин у твердому, рідкому і газоподібному стані; складності виготовлення зразка; вартості приладу; зручності експерименту; складності обчислень і т.д.

Фізико-хімічні характеристики харчових продуктів (вологість, жирність, щільність, вміст солей, та ін.) рослинного і тваринного походження можуть коливатися в широких межах. У процесі теплової обробки значення вказаних характеристик також зазнають значних змін.

Діелектричні характеристики харчових продуктів, що містять у значній кількості воду, можна порівняти зі значенням ϵ' і ϵ'' , наведеними на рис.1, що підтверджує положення про те, що основну роль у трансформації енергії ЕМП НВЧ у теплоті грає вода.

Якісний вид залежності ϵ' і ϵ'' від вологості можна пояснити на підставі подання про харчовому продукті (подрібнена м'язова тканина) як про капілярно-пористому тілі, пори якого частково заповнені розчинами солей і білків. Діелектричну проникність зразка ϵ' наближено можна записати у вигляді

$$\epsilon' = \epsilon_v (V_v / V_0) + \epsilon_c (V_c / V_0) + 1 [(V_p - V_c) / V_0], \quad (1)$$

де V_v , V_0 , V_c , и V_p - відповідно об'єм води у зразку, зразка, сухої речовини зразка і пір у зразку;

ϵ_v , ϵ_c і 1 - діелектрична проникність відповідно води, сухого, сухого речовини і повітря.

Співвідношення (1) являє собою найпростіше припущення лінійного зв'язку між діелектричною проникністю суміші речовин і концентраціями складових суміші.

Ввівши поняття пористості зразка

$$P = V_p / V_0. \quad (2)$$

Можна легко призвести вираз (1) до виду

$$\epsilon' = (\epsilon_n - 1) (V_v / V_o) + \epsilon_c(1-P) + P \tag{3}$$

Діелектричні характеристики м'язової тканини мороженого м'яса істотно зменшуються при заморожуванні внаслідок зниження ϵ' і ϵ'' для води (льоду) в інтервалі негативних температур. Максимальне значення діелектричні характеристики м'язової тканини м'яса досягають при температурі 0-2 °С. У процесі заморожування величини ϵ' і ϵ'' різко зменшуються. В інтервалі температур 0 - (-8) °С величина ϵ' падає з 50 до 8-10, а ϵ'' - з 24-27 до 4-5. При подальшому зниженні температури м'язової тканини яловичини значення ϵ' знижується до 4-5, а ϵ'' до 0,70-0,75 приведено на рис. 2

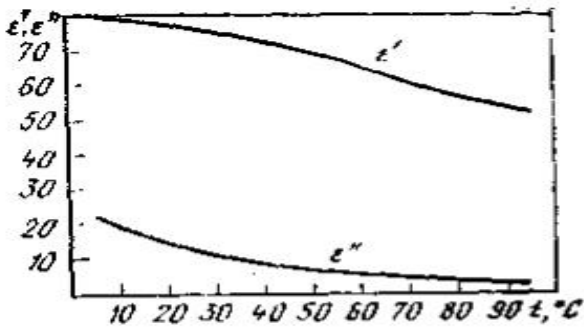


Рисунок 1 - Залежність діелектричних характеристик води, що проводить в інтервалі температур 5-95°С і на частоті 2450

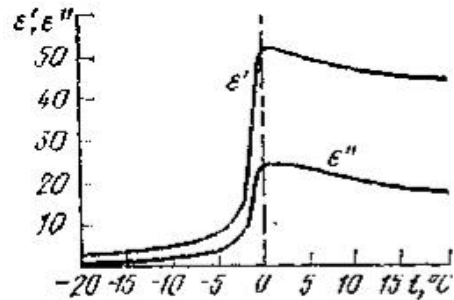


Рисунок 2 - Залежність діелектричних характеристик замороженої м'язової тканини яловичини (W = 74,2%) від температури на частоті 2450 МГц.

Зменшення величини ϵ' і ϵ'' в області негативних температур пояснюється зміною агрегатного стану води.

Характер зміни діелектричних характеристик м'язової тканини м'яса в інтервалі температур 20-0 °С подібний зміни характеристик води (льоду) в тому ж температурному діапазоні. Різниця полягає в тому, що волога в м'язової тканини є розчином різних солей з температурною замерзання нижче нуля. При зниженні температури м'язової тканини частина води з розчину вимерзає і його концентрація підвищується, відповідно знижується температура замерзання розчину.

Отже, при температурі -20 °С рідка фаза в м'язової тканини м'яса становить 63%, при цьому 83% всієї міститься в м'ясі рідини все ще перебуває в рідкому стані. У таблиці 1 наведені діелектричні характеристики м'язової тканини різних видів мороженого м'яса .

Таблиця 1- Діелектричні характеристики мороженої яловичини(W=72,5%), свинини(W=69,6%), курчат(W=74,5%) і індички(W=72,5%)

Продукт	Температура, °С	Частота, МГц					
		300		915		2450	
		ϵ'	ϵ''	ϵ'	ϵ''	ϵ'	ϵ''
Яловичина	-20	5,4	0,7	4,8	0,54	4,4	0,51
	-40	3,9	0,34	3,6	0,21	3,5	0,13
Свинина	-20	5,5	1,14	4,4	0,63	4,0	0,56
	-40	4,0	0,29	3,6	0,18	9,5	0,16
Курчата	-20	5,3	1,31	4,6	0,87	4,0	0,51
	-40	4,0	0,40	3,7	0,22	3,5	0,15
Індичка	-20	5,3	1,21	4,5	0,73	4,1	0,61
	-40	3,8	0,29	3,6	0,17	3,5	0,3

При додавання в подрібнене м'ясо кухонної солі (NaCl) температура замерзання розчину ще більше знижується, що викликає зміни значень діелектричних параметрів наведено на рис.3.

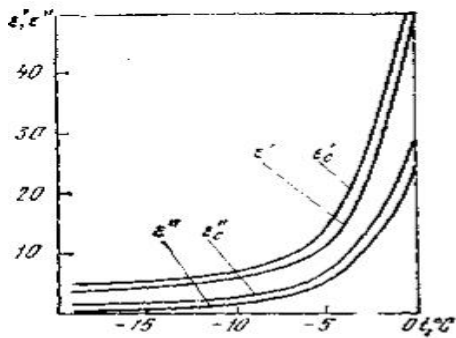


Рисунок 3 - Залежність діелектричних характеристик мороженої подрібненої м'язової тканини, яловичини ($W = 77,6\%$) від температури з додаванням 2% NaCl (ϵ' і ϵ'') і без додавання на частоті.

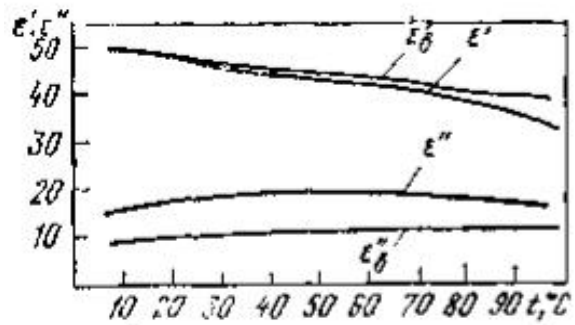


Рисунок 4 - Залежність діелектричних характеристик сирової (ϵ' , ϵ'') ($W=75,4\%$) і вареної яловичини (ϵ' , ϵ'') ($W=72,4\%$), в діапазоні температур 5-95°C на частоті 2450 МГц.

Відмінність діелектричних характеристик вареного м'яса від діелектричних характеристик сирого пояснюється в основному зменшення вологості і форм зв'язку вологи, а так же зміною хімічного складу. При цьому різниця в діелектричних характеристиках вареного продукту по відношенню до сирого не перевищує 10% для ϵ' . Значення ϵ'' для вареного м'яса на 30-40% нижче, ніж для сирого що пояснюється викладеними вище причинами наведено на рис.4

М'язова тканина м'яса сублімаційного сушіння відрізняється низьким вологовмістом, що зумовлює низькі значення його діелектричних параметрів в діапазоні в діапазоні мінусових і плюсових температур. На рис.5 наведено діелектричні характеристики м'язової тканини яловичини сублімаційного сушіння в діапазоні температур -60-100 °C

Діелектричні характеристики відновленого сублімаційного м'яса мало відрізняються від характеристик сирого або вареного м'яса при близькій їх вологості.

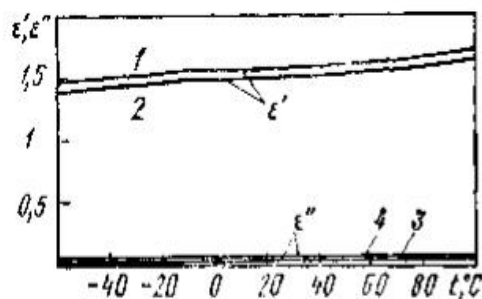


Рисунок 5 - Залежність діелектричних характеристик м'яса сублімаційної сушки(яловичини) у діапазоні температур -60-100°C на частоте 1,3-915МГц; 2,4-2450 МГц.

Висновки. В процесі експериментальних досліджень визначили, що діелектричні властивості замороженого м'яса значно зменшуються при заморожуванні, внаслідок зниження діелектричної проникності для води(льоду)у інтервалі негативних температур.

Список використаних джерел.

1. Лавров В.М. Теория электромагнитного поля и основы распространения радиоволн/ В.М. Лавров. - М.: Связь, 1964. - 368 с.
2. Рогов И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов / И.А. Рогов, С.В. Некрутман/ И.А. Рогов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 351 с.
3. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ / Под ред.. академика Н.Д. Девяткова. - М.: В. шк., 1970. - 440 с.: ил.
4. Бородин И.Ф. Применение СВЧ энергии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин, Г.А. Шарков, А.Д Горин. М.: ВНИИТЭИ Агропромиздат, 1987. - 55 с.

УДК 622

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНІ МЕТОДИ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Юркіна І.Ю., 3 курс;
Коваленко Л.Р., к.т.н.*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Розглянуто способи знезараження води за допомогою електротехнічних методів, що служать для створення надійного бар'єру на шляху передачі водним шляхом збудників інфекційних хвороб. Методи знезараження води спрямовані на знищення патогенних і умовно-патогенних мікроорганізмів, чим забезпечується епідемічна безпека води.

67

Постановка проблеми. Одна із серйозних причин великої кількості захворювань людей є вода та її зараження різноманітними домішками. Відомо, що надходження в організм речовин разом із питною водою, в концентраціях вище гранично-припустимих, може викликати невиправні зміни в роботі найважливіших систем життєдіяльності людини.

Аналіз отриманих досліджень. Впровадження безпечних та ефективних технологій підготовки води потребує державної підтримки, бюджетних коштів та інвестицій. Пошук і впровадження альтернативних новітніх технологій знезараження води є актуальною проблемою для системи водопостачання України.

Формування цілей статті. Проведення теоретичного обґрунтування методів електромеханічного знезараження води.

Основна частина. Знезараження води - це санітарно-технологічні заходи, спрямовані на знищення в питній воді хворобливих мікроорганізмів. Залежно від якості води, її хімічного стану, технічних умов водогінних споруд, санітарної та епідеміологічної ситуації використовують той чи інший метод. Найчастіше воду хлорують, озонують, обробляють іонами міді, срібла, ультразвуком, ультрафіолетовим або гамма-випромінюваннями.

В більшості системи каналізації та водопостачання в нашій країні будувалися ще в 60-70-х роках минулого століття. Зараз багато з них приходять в непридатність або знаходяться в аварійному стані. Це не може не позначитися на якості води, яка постачається в наші квартири за допомогою систем каналізації

Воду знезаражують на кінцевому етапі очищення після освітлення і знебарвлення перед надходженням в резервуари з чистою водою, які одночасно виконують функції контактних камер. Для знезараження води застосовують методи з реагентами та без них.

Електромеханічний спосіб. В основі електромеханічного очищення води лежить принцип окислення речовин під впливом електричного струму з подальшою фільтрацією включень. Вода є гарним струмопровідним матеріалом, такий спосіб практичний і економічний. Він досить поширений на території колишнього СРСР на очисних спорудах. Цей метод дозволяє домогтися повного знищення мікроорганізмів. Необхідно проводити точний хімічний аналіз води до електрохімічного очищення, щоб правильно визначити параметри струму. Однак, це все одно не гарантує, що під час проходження електричного заряду не утворюються якісь "непередбачені" хімічні сполуки.

Іонний спосіб. Цей спосіб заснований на властивості матерії отримувати заряд при проходженні електричного струму. Сорбент фіксує частки домішок на своїй поверхні. Іоніти (складові частини сорбенту) можуть замінити небажані солі іншими солями, не шкідливими для людини. Наприклад, солі магнію і кальцію при іонній очищення замінюються на солі натрію. В основному іонний обмін застосовують для видалення з води солей важких металів (свинець) і для розщеплення нітратів. Біля води, придатною для споживання, існує безліч па-

раметрів. Один з них - жорсткість (вмісту іонів кальцію і магнію). Іонізація застосовується для зменшення параметра жорсткості.

Спосіб дистиляції. Дистиляція заснована на принципі випаровування води з її подальшої конденсацією. Цей спосіб досить дорогий, так як на нагрів, кип'ятіння і випаровування необхідно значну кількість енергії. Під час утворення пари всі тверді домішки залишаються у вихідному посудині. Розчинені домішки, у яких температура випаровування відрізняється від H₂O, також відокремлюються. Системи дистиляції містять у собі нагрівальний елемент, батареї фільтрів з активованим вугіллям для видалення ефірних домішок.

Спосіб кип'ятіння. Цей спосіб аналогічний дистиляції, але без випаровування води. Температура води доводиться до точки кипіння і за рахунок цього знищуються мікроорганізми. Кип'ятіння є одним з різновидів стерилізації. У побуті застосовується досить часто. Заварюючи чай, готуючи їжу, обиватель завжди ставить водопровідну воду кип'ятіння. Спосіб досить ефективний і недорогий.

Висновки. При виборі методу знезараження слід враховувати небезпеку для здоров'я людини залишкових кількостей біологічно активних речовин, що застосовуються для знезараження води (наприклад, утворення вільних радикалів). Важливими характеристиками методу знезараження є також його ефективність відносно різних видів мікронаселення води, залежність ефекту від умов середовища. Надійне знезараження питної води-основа забезпечення життєдіяльності людини.

Список використаних джерел

1. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений: В 3-х т. – Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод / Научно-методическое руководство и общая редактора докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. Вологда-Москва: ВоГТУ, 2001. – 324 с
2. Мазаев В.Т. Коммунальная гигиена / В.Т. Мазаев, А.А. Корлёв, Т.Г. Шлепнина. Под ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 304 с.
3. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Учебник для вузов/ С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов: - М.: АСВ, 2002 - 704 с.

УДК 631.365

КРИТЕРІЇ ЕФЕКТИВНОСТІ НАГРІВУ ЗЕРНА ПРИ ЙОГО СУШІННІ

Урсул С.В., магістрант;

Лобода О.І., інженер.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Представлена методика визначення критеріїв ефективності нагріву зерна при його сушінні при використанні НВЧ енергії.*

69

Постановка проблеми. Ведення процесу сушки, а також обґрунтування різних режимів і способів сушки неможливе без наявності даних про характер протікання процесу нагріву висушуваного матеріалу в часі. Особливо це важливо для такого об'єкту сушки, як зерно, яке внаслідок термолабільних властивостей при дії на нього теплоти здатне змінювати свою якість.

Зазвичай оптимальну тривалість ведення процесу обезводнення вологих матеріалів обґрунтовують спільним аналізом кривих кінетики сушки і нагріву. Зокрема, для зерна оптимальна тривалість процесу дорівнює часу досягнення зерном гранично допустимої температури, визначуваною його термоустойчивістю, яка, у свою чергу, залежить від способу сушки і конструкції зерносушарки

Аналіз останніх досліджень. У практиці наукових досліджень для обґрунтування оптимальних способів і режимів сушіння вологих матеріалів проводять серії дослідів, за результатами яких будують криві сушіння, температурні криві й криві швидкості сушіння.

У зв'язку з наявністю різних форм зв'язку вологи з матеріалом характер протікання процесу сушіння залежить від вихідної вологості матеріалу. Це ускладнює аналіз результатів досвідів, проведених з матеріалом різної вихідної вологості.

У зв'язку із цим для узагальнення результатів експериментальних досліджень широко застосовується теорія подоби з використанням критеріїв, що мають зміст узагальнених симплексів, що дозволяють поширювати закономірності, знайдені дослідним шляхом при відомих умовах, на більшу групу інших, але подібних явищ.

Формулювання цілей статті. Для розробки автоматизованих систем процесу зерно сушіння, особливо з використанням НВЧ енергії виникає потреба в критичальному аналізі проходження процесу.

Основна частина. Для якісного процесу сушки зерна з використанням електрофізичних способів дуже важливо мати узагальнений критерій, що враховує ефективність нагріву зерна в результаті дії на нього агента сушки з різною температурою.

На основі використання методу "оптимальних кінцевих параметрів" розроблений критерій ефективності нагріву, що враховує взаємозв'язок початкової і поточної температури зерна, а також міру його нагріву:

$$K_{\theta} = \frac{\theta_z - \theta_0}{\theta_{2_{\text{опт}}} - \theta_0}, \quad (1)$$

де $\theta_{2_{\text{опт}}}$ і θ_0 - відповідно початкова і поточна температура зерна, °С;

θ_z - кінцеве оптимальне значення температури зерна при $K_{\theta} = 1$ визначається параметрами зерна і агента сушки, наприклад, при температурі агента сушки $t_1 = 120$ °С, $\theta_0 = 10$ °С і $K_{\theta} = 1$ кінцева оптимальна температура зерна вологістю $w_0 = 2.0$ % ($w_0^f = 2.5$ %) прийнята $\theta_{2_{\text{опт}}} = 55$ °С.

При аналізі характеру протікання процесу нагріву зерна за допомогою критерію ефективності нагріву K_{θ} для виключення впливу початкової температури зерна θ_0 і температури агента сушки t_1 на процес можна використати отриману експериментальним шляхом залежність

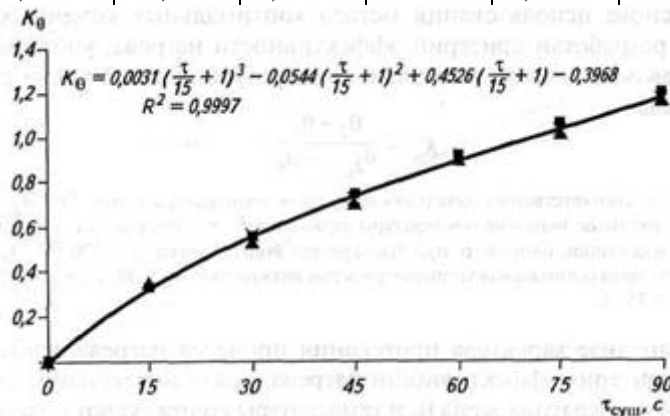
$$\theta_{2_{\text{curr}}} = \theta_0 + 0,028\sqrt{t_1^2} + 8,2 \quad (2)$$

У разі рівномірного розподілу вологи по перерізу зернівки криві нагріву зерна однакової вологості, отримані при різних значеннях θ_0 і t_1 зводяться в одну загальну криву залежності критерію ефективності нагріву K_θ від тривалості процесу τ інших чинників, що характеризують процес нагріву.

За результатами даних, отриманих А.С. Гинзбургом і В.А. Резчиковим (таблиця. 1), і результатам обробки кривих нагріву в киплячому шарі зерна однакової початкової вологості при різних температурах агента сушки (рис. 1) видно, що значення величини K_θ при використанні для нагріву зерна сушарного агента з різною температурою практично однакові, і криві нагріву можна представити у вигляді однієї кривої залежності $K_\theta=f(\tau)$.

Таблиця 2 - Зміна критерію ефективності нагріву при сушці зерна однакової початкової вологості в киплячому шарі

Час τ, c	$t_1 = 140^\circ C$		$t_1 = 120^\circ C$		$t_1 = 80^\circ C$		$t_1 = 60^\circ C$		K_θ
	$\theta, ^\circ C$	K_θ	$\theta, ^\circ C$	K_θ	$\theta, ^\circ C$	K_θ	$\theta, ^\circ C$	K_θ	
0	10,2	0	10	0	10	0	10	0	0
15	28,5	0,34	24,5	0,32	19	0,32	17	0,33	0,33
30	41,2	0,57	35	0,56	25	0,53	21,2	0,55	0,55
45	51	0,75	42,5	0,74	30	0,71	25,5	0,73	0,73
60	59	0,90	51	0,91	35	0,89	30	0,91	0,91
75	66,2	1,03	58	1,07	38,5	1,01	33	1,05	1,05
90	72,5	1,14	64,5	1,21	43	1,17	36	1,18	1,18



Рисуюнок 1 – Ефективність нагріву зерна пшениці в киплячому шарі товщиною 0,1 м при різних температурах агента сушки.

На практиці для аналізу ефективності використання того або іншого режиму для нагріву зерна доводиться мати справу із зерном різної початкової вологості, внаслідок чого виникають певні труднощі.

В цьому випадку для виключення впливу на характер протікання процесу нагріву зерна температури агента сушки t_1 , початкової температури зерна θ_0 і вологості зерна w_0^c можна використати отриману експериментальним шляхом залежність

$$\theta_{2_{\text{опт}}} = \theta_0 + 0,028\sqrt{t_1^2} - 0,3 w_0^c + 15,7 \quad (3)$$

Ця залежність справедлива для нагріву зерна при різному стані шару в діапазоні температур, використовуваних для сушки зерна в різних типах зерносушарок.

Наприклад, при нагріві зерна різної початкової вологості в умовах, характерних для даних, приведених в таблицю 1 і на рис. 1, криві нагріву зерна різної вологості при різних значеннях температури агента сушки будуть узагальнені в одну криву залежності $K_\theta = f(\tau)$, представлену на рис. 1 кривою K_θ .

При сушці зерна, наприклад в щільному шарі, характер узагальненої кривої буде іншим внаслідок менш інтенсивного нагріву зерна.

Маючи дані по зміні коефіцієнтів K_w і K_θ в часі, можна побудувати міжкритеріальну залежність, наприклад $K_w=f(K_\theta)$ (рис. 2), або навпаки $K_\theta=f(K_w)$. По характеру отриманих кривих можна отримати залежність цих коефіцієнтів (критеріїв).

Для виключення впливу на характер процесу нагріву зерна температури агента сушки t_1 початкової температури зерна θ_0 , вологості зерна w_0^c і масовій швидкості агента сушки ($\nu\rho$) можна використати отриману експериментальним шляхом залежність

$$\theta_{2\text{нгр}} - \theta_0 + 0,031\sqrt{t_1^3} - 0,33 w_0^c + 149,8\sqrt{\nu\rho} - 113,3 \quad (4)$$

За даними О.Н. Катковой, результати обробки температурних кривих, що характеризують процес нагріву зерна пшениці в елементарному шарі, приведені в таблицю 3 і на рисунку 3.

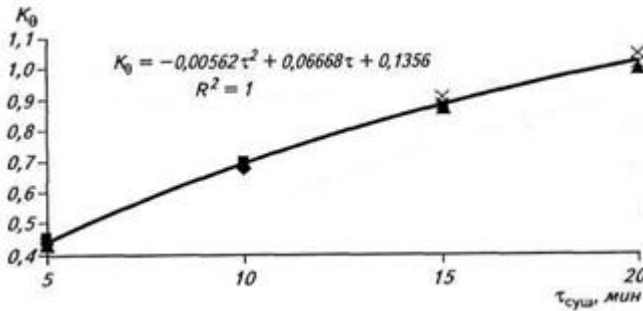


Рисунок 3 - Ефективність нагріву зерна в елементарному шарі при різних масовій швидкості агента сушки.

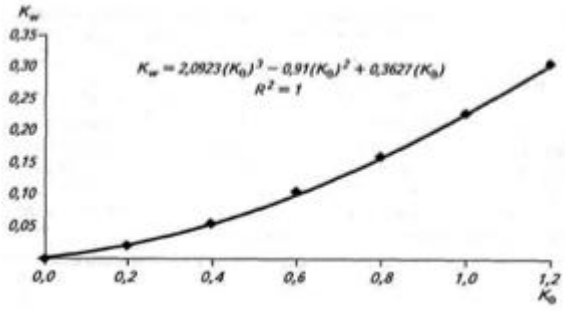


Рисунок 2 - Взаємозалежність коефіцієнтів ефективності сушки K_w і нагріву K_θ зерна в киплячому шарі.

Таблиця 3 - зміна критерію ефективності нагріву при різних значеннях масової швидкості агента сушки ($\nu\rho$)

Час $\tau, \text{с}$	$(\nu\rho) = 1,35$ кг/(м ² ·с)		$(\nu\rho) = 0,90$ кг/(м ² ·с)		$(\nu\rho) = 0,63$ кг/(м ² ·с)		$(\nu\rho) = 0,36$ кг/(м ² ·с)		K_θ	$\delta_{\text{max},\%}$
	$\theta, \text{°C}$	K_θ	$\theta, \text{°C}$	K_θ	$\theta, \text{°C}$	K_θ	$\theta, \text{°C}$	K_θ		
0	15,0	0	15,0	0	15,0	0	15,0	0	0	0
5	49,0	0,44	45,0	0,45	40,0	0,43	34,5	0,44	0,44	2,3
10	67,1	0,68	61,4	0,70	55,7	0,70	45,7	0,69	0,69	1,4
15	81,6	0,87	72,8	0,87	65,7	0,88	55,0	0,90	0,88	2,3
20	-	-	-	-	72,8	1,00	61,4	1,04	1,02	2,0

Висновки. Аналіз приведених в таблиці 3 і на рисунку 3 результатів свідчить, що усі ці дані, отримані в порівняно великому діапазоні масових швидкостей агента сушки, можна узагальнити однією кривою (рис. 3 - крива K_θ) залежності $K_\theta=f(\tau)$. Максимальна відносна погіршеність не перевищує 2,3%.

Список використаних джерел.

1. Вобликов Е.М. Послеуборочная обработка и хранение зерна / Е.М. Вобликов, В.А. Буханцов. – Москва. : Март, 2001. – 229с.
2. Малин Н.И. Энергосберегающая сушка зерна / Н.И. Малин. – М. : Колос, 2004. – 240с.
3. Резчиков В.А. Технология зерносушения: підручник / В.А. Резчиков, О.Н. Налеев, С.В. Савченко. – М. : Издательство Московского технологического университета, 2000. — 363 с.
4. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн / В.В. Никольский, Т.И. Никольская. – М. : Наука, 1989. – с.

УДК 621.327

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ І ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Білялов Е.Р., 5 курс;
Шушара О.О., 4 курс;
Мисов Д.М., 1 курс;
Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Пропонується для подовження терміну експлуатації та поширення впровадження КЛЛ застосовувати їх ремонт. Розглянута технологія діагностики і ремонту КЛЛ.

72

Постановка проблеми. В даний час більш чверті усієї вироблюваної електроенергії у світі витрачається на штучне освітлення. Отже тема енергозбереження в області штучного освітлення за рахунок заміни ламп розжарювання (ЛР) на компактні люмінесцентні лампи (ЛЛ), і за рахунок цього скорочення викидів парникових газів (ПГ), є досить актуальною для нашої країни.

Аналіз останніх досліджень. Альтернативою ЛР є компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ). Завдяки продуманій конструкції вони легко встановлюються в стандартний патрон Е27 для ЛР, розрахований для роботи від мережі 220 В, 50 Гц. Крім більш високого ККД, такі лампи відрізняються тривалим терміном служби (виробники гарантують 8 – 12 тис. год.), і відсутністю мерехтіння, характерного для звичайних люмінесцентних ламп. Однак вартість КЛЛ у 10...20 разів перевищує вартість ЛР і складає 10...30 грн (для ламп побутового призначення). Проте пересічні громадяни не спішать обзаводитися КЛЛ – по-перше із-за ціни, а по-друге із-за відсутності будь-якої гарантії від продавця.

Мета статті. Обґрунтувати необхідність ремонту пошкоджених КЛЛ і запропонувати технологію їх діагностики і ремонту.

Основні матеріали дослідження. Конструкції ламп різних виробників дуже схожі [1]. Оскільки автори не знайшли електричних принципових схем у виробників, довелося займатися відновленням їх за друкованою платою, а це - нудний і тривалий процес. Тому в авторських схемах можливі деякі неточності, але для ремонту це не має принципового значення [2]. Електричні принципові схеми ламп різних виробників теж дуже схожі [1].

На рис. 1 – показана спрощена принципова схема електронного баласту КЛЛ. Схема перемальована з друкованої плати. Крім того, на ній не показані деякі елементи, що не торкаються основ роботи баласту, а також не наведено номінали. Баласт лампи являє собою двотактний автогенератор напівмостового типу з трансформатором, що здатен до насичування. На вході встановлено діодний міст VD1-VD4 з фільтром С1, С2, L1. Конденсатор С1 перешкоджає проникненню високочастотних перешкод в живильну мережу, конденсатор С2 служить фільтром мережевих пульсацій, дросель L1 обмежує пусковий струм і фільтрує ВЧ-перешкоди. Дросель L2 і конденсатор С3 є елементами резонансного контуру, напруга в якому "запалює" лампу. Конденсатор С4 - пусковий. F1 – запобіжник. Зрозуміло, що при обриві однієї з ниток лампа вже не засвітиться.

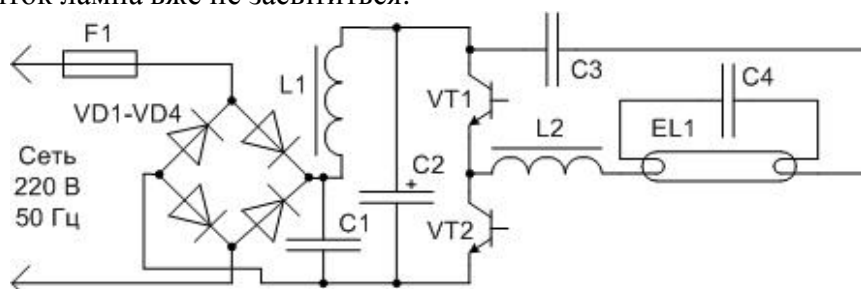


Рисунок 1 – Принципова схема електронного баласту КЛЛ.

В недорогих електронних баластах практично повсюдно використовують схеми напівмостового автогенераторного інвертора (з самозбудженням), реалізованого на дискретних елементах [1-4]. Перевага таких електронних баластів є їхня низька собівартість.

Схеми різних виробників дещо відрізняються між собою і від схеми змальованої нами з друкованої плати (див. рис. 1). Для прикладу на рис. 2 показана схема вітчизняної лампи Volta КЛС24/ПК-3 230 В 50/60 Гц [1].

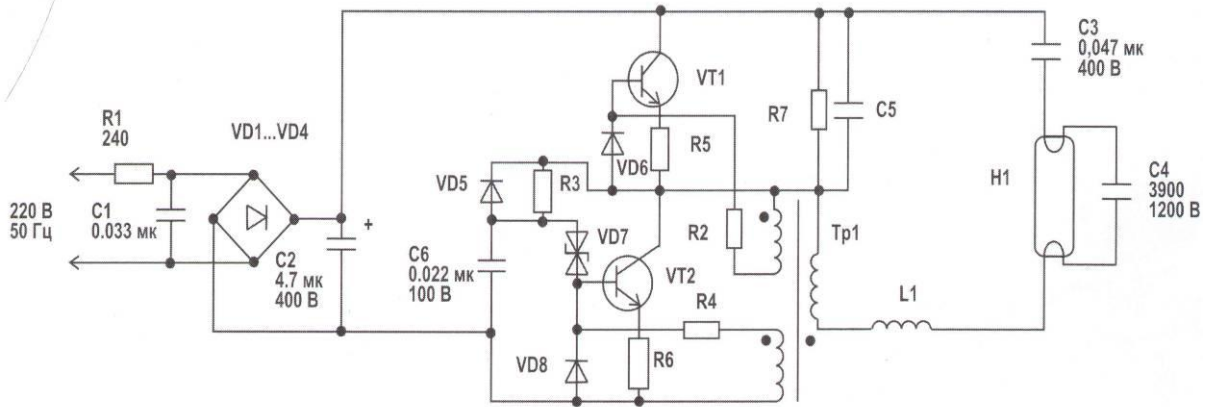


Рисунок 2 – Принципова схема лампи Volta КЛС24/ПК-3 230 В 50/60 Гц

Відмінності такої лампи від ламп інших виробників полягають в номіналах конденсатора фільтра С2, конденсаторів С3 і С4. У залежності від потужності лампи використовуються транзистори різних типів. Схема являє собою автогенератор із трансформаторним зв'язком, зібраний за напівмостовою схемою на транзисторах VT1 і VT2, до виходу якої включений коливальний контур, що складається з котушки індуктивності L1, конденсаторів С3, С4 і газорозрядної лампи [1,3].

Автоколивальний режим забезпечує трансформатор Tr1, первинна обмотка якого включена в коливальний контур, а вторинні - у базові кола транзисторів VT1 і VT2. Частота автоколивань визначається величиною індуктивності L1 і ємності конденсаторів С3 і С4. Для первісного запуску схеми після включення служать елементи R3, VD7 і С6. У момент, коли напруга на конденсаторі С6 зростає до величини, достатньої для пробію стабілітрона VD7, через нього починає протікати струм, і транзистор VT2 відкривається. Діод VD5 розряджає конденсатор С6 при відкриванні транзистора VT2 і виключає вплив пускового кола на роботу схеми в робочому режимі. Струм заряду конденсаторів С3, С4, що протікає по первинній обмотці трансформатора Tr1, створює у вторинних обмотках напругу, достатню для закривання VT2 і відкривання VT1. Це приводить до розряду конденсаторів С3, С4 через відкритий транзистор VT1. Струм у первинній і вторинній обмотках трансформатора Tr1 змінює свій напрямок, і транзистор VT1 закривається, а VT2 відкривається, і процес повторюється [4].

Відразу після включення, коли катоди газорозрядної лампи холодні, підведеної напруги до лампи недостатньо для її загоряння. На цьому етапі коливальний контур складається з послідовно включених конденсаторів С3, С4 і індуктивності L1, що приводить до збільшення частоти автоколивань. Струм через катоди і конденсатор С4, приводить до розігріву катодів і загоряння лампи.

Після загоряння лампи конденсатор С4 шунтується низьким опором лампи при її світінні, частота автоколивань зменшується до робочої величини, розігрів катодів припиняється. Резистор R7 служить для розряду конденсаторів коливального контуру С3, С4 після вимикання лампи.

Тепер перейдемо до країни-виробника. Тут зовсім просто: лампа PHILIPS, вироблена в Польщі, нічим не відрізняється від такої ж лампи, виробленої в Голландії, а General Electric з Угорщини нічим не гірше General Electric з Америки. У загальному випадку це стосується не тільки ламп. Серйозні фірми завжди контролюють якість продукції зі своєю торговою маркою (ТМ) незалежно від країни виробництва.

Основними виробниками КЛЛ, які продаються в Україні, є фірми ТМ Philips, Osram, Electrum, Deluxe, General Electric, Pila, Kanlux, Vito. Що характерно, практично всі лампочки, за рідкісним винятком, виробляються в Китаї [1].

Все більшого поширення отримує практика винесення виробництва солідних ТМ до Китаю або країн Східної Європи (що пояснюється дешевизною робочої сили).

Головна перевага КЛЛ - вони споживають у 5 разів менше електроенергії ніж ЛР. Тому їх можна сміливо використовувати в світильниках і люстрах з обмеженням рівня температури. Площа поверхні КЛЛ більша, ніж площа поверхні спіралі ЛР. Завдяки цьому світло розподіляється по приміщенню м'якше й рівномірно, що знижує стомлюваність очей [3].

Одним з головних недоліків КЛЛ в Україні вважається їх висока вартість. Ці лампи коштують у десять і більше разів дорожче, ніж ЛР аналогічної потужності. КЛЛ не можна застосовувати разом зі звичайними регуляторами яскравості світла (диммерами), тут потрібні спеціальні світлорегулятори, які поки що зустрічаються досить рідко.

Потужність побутових КЛЛ коливається в межах від 5 до 30 ват, що відповідає приблизно 25-150 ватам традиційних ламп ЛР [1]. На підприємстві ТОВ «Агропромислова компанія» використовуються КЛЛ потужністю 65-105 Вт наступних типів: Delux EQS-06, 6400К, E27, 65Вт; Maxus High-wattage Spiral 85W, 6500К, з цоколем E27 і E40, Лампа ЭСЛ, 2700К, E27, 105 Вт.

Вже згадувана гамма світлових відтінків КЛЛ ділиться, на три спектри: 2700 К - тепло-білий світ, 4600 - нейтральний білий світ і 6400 - яскравий денне світло. Так що спектр світла теж впливає на вибір споживача [1].

Як правило, основні технічні характеристики вказуються на упаковці лампи, що, безумовно, полегшує вибір. Зауважимо, на коробках зазначений і клас економічності КЛЛ, його позначають латинськими літерами від А до Е. Найбільш економічні - А, самі «марнотратні» - Е.

Відмова від традиційних ЛР відбувається в усьому світі, як у добровільному, так і в законодавчому порядку. В Україні ПУЕ передбачають: «Для електричного освітлення слід, як правило, застосовувати газорозрядні лампи низького тиску (наприклад люмінесцентні) ... Допускається використовувати також лампи розжарювання». Проте Розпорядженням КМУ від 16 жовтня 2008 р. у всіх бюджетних організаціях запланував протягом 2008-2009 рр. замінити всі ЛР на енергоекономічні. Купувати нові ЛР бюджетним організаціям взагалі заборонено.

Головною проблемою для повсюдного переходу на КЛЛ все ж можна вважати утилізацію пошкоджених ламп. Пари ртуті, якими наповнені колби ЛЛ, становлять небезпеку для здоров'я, тому теоретично позбавлятися від таких ламп потрібно на спеціальних пунктах. Але далеко не всі користувачі надають значення правильній утилізації КЛЛ, викидаючи їх з домашнім сміттям і завдаючи тим самим шкоди навколишньому середовищу. З масовим переходом на такі лампи проблема може посилитися, якщо, звичайно, на той час не будуть розроблені більш безпечні лампові наповнювачі.

Ми ж пропонуємо для зняття гостроти проблеми утилізації пошкоджених КЛЛ налагодити процес їх ремонтування [3]. КЛЛ нескладно відремонтувати. Тому пошкоджену лампу не спішіть викидати, тим більше, що їх треба здавати на утилізацію, а за це треба ще й гроші немалі заплатити. Спочатку можна оцінити пошкоджену КЛЛ візуально [2,3].

Ремонт варто починати з перевірки наявності живильної напруги і напруги на виході фільтра. Якщо запобіжник перегорів, швидше за все, щось трапилося в схемі баласту, і потрібно перевіряти його елементи. А якщо - ні, баласт напевно цілий.

Причини відмовлень КЛЛ.

Якщо тьмяно світить – то скоріше за все потік конденсатор.

Якщо згасла і один із країв спіралі почорнів – перевірити відповідну нитку розжарювання, і якщо вона не «дзвониться», поставити паралельно їй резистор 10 Ом, 0,25 Вт. Вона буде запалюватися на другому електроді. Тільки при цьому обов'язково перевірити конденсатор пробою.

Перед розбиранням КЛЛ, треба перевірити надійність контактів в патроні і у вимикачі, так як вони дуже чутливі до неякісного контакту. Лампу необхідно вкручувати в патрон тільки при відключеній напрузі.

Основним джерелом пошкоджень більшості ламп Delux (всі вони мали форму спіралі) була несправність одного з її електродів. Така лампа звичайному ремонту не підлягає. Проте після заміни пошкоджених колб звичайними циліндричними відновлені лампи продовжують нормально працювати.

Другим пошкодженням ламп Delux було порушення скрутного з'єднання між електронним баластом і електродами колби. Після виконання з'єднання пайкою електролампа продовжує нормально працювати.

Іншим джерелом проблем виявилися резистори R1 і R3, а також конденсатор C1. Після їхньої заміни електронні баласты починають працювати відразу, без усяких проблем, складностей з їх налаштуванням після ремонту не виникало.

Ще одним джерелом проблем виявилися пошкодження одного із транзисторів VT1 чи VT2. Після їхньої заміни лампи надійно працюють. Оскільки підібрати аналог з характеристикою, ідентичною пошкодженому транзистору, неможливо, то міняти треба відразу пару транзисторів.

Якщо потужність аналогів виявиться недостатньою, то лампа через деякий час гасне. В такому разі треба замінити транзистори на більш потужні.

В якості силових транзисторів можна застосувати BUL381, BUL382, MJE13003, MJE13003BR, 2SC5039 або подібні, напруга колектор-емітер повинна бути більш 400 В, струм колектора більше 2 А.

Якщо після включення не відкривається транзистор VT2, варто перевірити елементи пускового ланцюга R3, VD7, C6.

Також бажано мати максимально можливу швидкодію і мінімальну напругу насичення, від них залежить нагрівання (наприклад, транзистори KT872 без тепловідводу в 15-ватному перетворювачі нагріваються до граничної температури, незважаючи на хороші параметри за напругою і струмом). Для перерахованих вище імпортованих транзисторів при потужності баласту до 30 Вт тепловідвід не потрібен.

При заміні силових транзисторів треба перевіряти маркування їхніх виводів. Виявляється, що цоколювання подібних транзисторів може бути різною, хоча і в однакових корпусах. Тобто, якщо тримаємо транзистор фасадом з маркуванням до себе, то в одних виробників маркування - Б,К,Е зліва-направо, а в інших навпаки – справа наліво.

Ремонт побутових КЛЛ з пошкодженими електродами.

Наш досвід показує, що досить великий відсоток КЛЛ виходить із ладу із-за пошкодження електродів в самій колбі [2]. З великою часткою впевненості можна стверджувати, що нитка лампи - найслабше місце, і в переважній більшості пошкодження ламп буде спостерігатися ймовірніше за все перегорання нитки, ніж вигорання електронної частини схеми. Нами було відновлено роботу таких ламп шляхом заміни "рідної" колби на звичайну циліндричну колбу люмінесцентної лампи, приєднавши її до справного електронного баласту, розташованому в цоколі КЛЛ, яка згоріла. Звичайно таку відновлену конструкцію компактною не назвеш, але вона має свої переваги перед своїм аналогом з громіздким електромагнітним баластом. По-перше, їй не потрібен стартер. По-друге, вона працює на високій частоті (до 60 кГц), тому не здійснює негативного впливу на зір і не викликає стробоскопічного ефекту. Такі відновлені лампи можна використовувати в механічних майстернях, де є обертальні частини, або для освітлення автомобільної дороги [5].

Ремонт настільних ЛЛ.

В побугі часто зустрічаються зручні в користуванні ЛЛ з електромагнітним ПРА. За зовнішнім виглядом вони схожі на компактні. Одному із авторів довелося зіткнутися з пошкодженням такої лампи. І тут виявилось, що це звичайна ЛЛ з електромагнітним ПРА: з охайно вмонтованими дроселем - в стійку і стартером - в цоколь підковоподібної лампи. Нормальна частота мигання такої лампи 100 Гц, що негативно впливає на зір, особливо при роботі за комп'ютером, оскільки мерехтіння монітору і ЛЛ значно відрізняються. В нашому випадку причиною (досить рідкою) виходу зі строю настільної ЛЛ стала пошкодження дроселя. Виникла ідея: на місце пошкодженого дроселя в стійку лампи вмонтувати електронний баласт від пошкодженої КЛЛ, попередньо видаливши стартер із цоколя лампи.



Рисунок 3. - Ремонт компактної лампи Delux EQS-06, E27, 65 Вт на підприємстві

Шлях вирішення проблеми утилізації побутових КЛЛ.

КЛЛ поки що на порядок дорожчі від ЛР. Наш споживач пошкоджену КЛЛ та ще й за власні кошти в пункт утилізації (яких ще й немає) не понесе. Він їх викидає на смітник. Для вирішення цієї проблеми ми вважаємо, що продажем КЛЛ та їхнім ремонтом повинен займатися спеціальний сервісний центр (принаймні для громадян), беручи заставу (не більше 5-10% від вартості КЛЛ). Після повернення пошкодженої КЛЛ застава повертається, або пропонується замінити пошкоджену КЛЛ на відремонтовану з відповідною доплатою.

Висновки.

Нами запропонована технологія відновлення пошкоджених КЛЛ, зокрема шляхом заміни "рідної" колби на звичайну циліндричну колбу ЛЛ, приєднавши її до справного електронного баласту, розташованому в цоколі, або використання справного електронного баласту для заміни звичайного електромагнітного баласту в настільних ЛЛ.

Заміна половини ЛР на КЛЛ в Україні дасть 40% економії електроенергії від її частки, що витрачається на штучне освітлення, тобто близько 20 млрд. кВт.год., що призведе до зменшення викидів ПГ на 20 млн. т.

Продажем КЛЛ та їхнім ремонтом повинен займатися спеціальний сервісний центр, беручи заставу (не більше 5-10% від вартості КЛЛ). Після повернення пошкодженої КЛЛ застава повертається, або пропонується замінити пошкоджену КЛЛ на відремонтовану з відповідною доплатою.

Список використаних джерел

1. Мисов Д.М. Аналіз устрою енергозберігаючих компактних люмінесцентних ламп / Д.М. Мисов, В.В. Арабаджи, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. -Донецьк: ДонНТУ, 2008. - С. 88-90.
2. Мисов Д.М. Ремонт енергозберігаючих ламп фірми DELUX/ Д.М. Мисов, В.В. Арабаджи, В.Я. Жарков // Збірник наук. праць магістрантів та студентів ТДАТУ, вип. 7, т.2.- Мелітополь: ТДАТУ, 2008.- С.104-106.
3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному/ Б. Ю. Семенов.- М.: Солон-Пресс, 2006.- 415 с.
4. Царьов К.В. Ремонт компактных энергосберегающих люминесцентных ламп/ К.В. Царьов //Электрик.-2006.-№11-12.-С. 59-61.
5. Патент 31091 Україна, МПК (2006) F03D3/00, F03D7/00. Ряд вертикальноосевых віроенергетичних установок для освітлення дороги/ В.Я.Жарков, Є.П. Слєпкін, Д.М. Мисов.- Заявл. 27.11.2007; Опубл. 25.03.2008.-Бюл.№6.

УДК 664.34

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ**Безверхий О.О., 4 курс;****Крузін Є.В., 4 курс;****Вужицький А.В., інженер.***Таврійський державний агротехнологічний університет**Представлено аналіз способів виготовлення олії. Наведено розрахунок доцільності застосування індукційного нагріву при виробництві олії.*

77

Постановка проблеми. Актуальним на сьогодні є ефективне використання ресурсів. Окрім того, інформація про скінченність природних енергетичних запасів активізує та мобілізує людей на розвиток науки в бік ефективного використання енергії.

Оліно-жирова галузь посідає провідне місце в агропромисловому комплексі України, що пов'язане з різноманітністю і унікальністю складу олієвмісної сировини. В Україні склалися сприятливі умови для впровадження нових технологій при переробці насіння соняшника.

Аналіз останніх досліджень. Якість соняшnikової олії залежить від якості насіння соняшника, що надходить на переробку, термінів зберігання насіння перед віджиманням. Основними якісними характеристиками для соняшnikового насіння є олійність, вологість, термін дозрівання. Олійність залежить від сорту соняшника і від того, наскільки тепле і сонячне видалося літо. Чим вище олійність насіння, тим більше вихід олії. Оптимальний відсоток вологості соняшnikового насіння, що надходить на переробку - 6 %. Термін дозрівання в наших кліматичних умовах - дуже важливий фактор, який побічно впливає на ціну соняшnikової олії. Пік виробництва і пропозиції готового рослинної олії - жовтень - грудень. А пік попиту - кінець літа - початок осені. Відповідно, чим раніше отримано сировину, тим швидше готовий продукт надійде споживачеві. Крім того, насіння повинно бути добре очищене, вміст сміття не повинно перевищувати 1 %, а битого зерна - 3 %. Перед переробкою проводиться додаткове очищення, сушіння, обрушення лузги насіння і відділення її від ядра. Потім насіння подрібнюють, виходить м'ятка або мезга. Розрізняють два метода виробництва олії: віджимом або екстрагуванням [1,2].

Формування цілі статті. На сучасних сільськогосподарських підприємствах невеликої потужності застосовують шнекові преси, основними робочими органами яких є шнековий вал і зерний циліндр. Для нагрівання в даних пресах застосовують комплект ніхромових нагрівачів. Незважаючи на високий ККД таких елементів, що сягає 95 %, ці установки мають низьку теплову ефективність і їхній загальний ККД складає, в кращому випадку 85...87 %. Альтернативою спіральним електричним нагрівачам є індукційні. В даній статті приведена методика розрахунку індукційних нагрівачів.

Основна частина. Віджим - більш екологічний спосіб. Хоча вихід олії, звичайно, трохи менше. Як правило, перед віджиманням м'ятку прогрівають при 100...110 °С в жаровнях, одночасно перемішуючи і зволожуючи. Потім просмажену м'ятку віджимають в шнекових пресах. Повнота віджиму олії залежить від тиску, в'язкості і щільності олії, товщини шару м'ятки, тривалості віджимання і інших чинників. Характерний смак олії після гарячого віджиму нагадує підсмажене насіння соняшника. Олія, отримана гарячим пресуванням, інтенсивніше забарвлена і ароматизована за рахунок продуктів розпаду, що утворюються під час нагрівання. Рослинну олію холодного віджиму отримують з м'ятки без прогріву. Перевага такої олії - збереження в ній здебільшого корисних речовин: антиоксидантів, вітамінів, лецитину. Негативний момент - такий продукт не може довго зберігатися, швидко каламутніє і стає гірким. Макуха, що залишається після віджимання олії, може бути піддана екстрагуванню або використовується в тваринництві. Соняшnikова олія, отримана методом віджимання,

називається «сирою», оскільки після віджимання її тільки відстоюють і фільтрують. Такий продукт має високі смакові та поживні властивості.

Технологічний процес виготовлення олії віджиманням представлено на рисунку 1. Попередньо очищене насіння засипається в приймальний бункер 1 і транспортується транспортером 2 у розмельно-вальцьовий агрегат 3. Потім насіння подрібнюється і перетворюється на м'ятку. М'ятка транспортується транспортером 4 у прес-екструдер остаточного віджиму 5. Отримана олія проходить через зазори в заєрному циліндрі, збирається в піддоні і зливається в збірник олії 8, звідки вона перекачується насосом у ємність для зберігання олії 9. Макуха, яка виходить з пресу транспортується в спеціальний бункер 7, за допомогою транспортера 6.

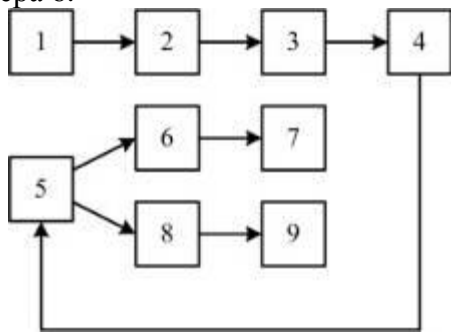


Рисунок 1 - Технологічна схема виробництва олії способом віджимання

1 - приймальний бункер; 2 - транспортер; 3 - агрегат розмельно-вальцьовий; 4 - транспортер; 5 - прес-екструдер; 6 - транспортер для відбору макухи; 7 - бункер для макухи; 8 - збірник олії з насосом; 9 - ємність для зберігання олії.

Виробництво соняшникової олії методом екстрагування передбачає використання органічних розчинників (найчастіше екстракційних бензинів) і проводиться в спеціальних апаратах - екстракторах. В ході екстрагування виходить місцелла - розчин олії в розчиннику і знежирений твердий залишок - шрот. З місцелли і шроту розчинник відганяється в дистиляторах і шнекових випарниках. Готова олія відстоюється, фільтрується і піддається подальшій переробці. Екстракційний метод вилучення олії більш економічний, оскільки дозволяє максимально витягти жир із сировини - до 99 %.

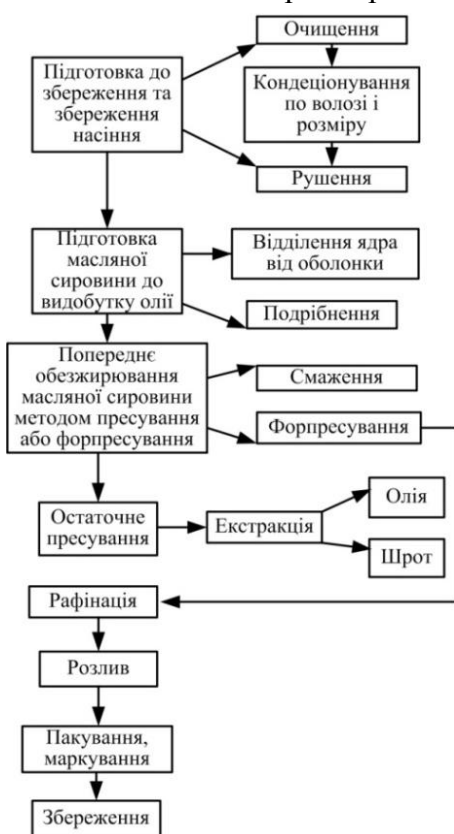


Рисунок 2 - Технологічна схема виробництва олії методом екстрагування

На рисунку 2 зображений технологічний процес виробництва олії методом екстракції.

Виготовлення олії способом екстракції (екстрагування) дозволяє застосувати потужне обладнання безперервної дії, при цьому забезпечується більш повне видалення олії з олійновмістких частинок насіння; залишок її у відходах (шроті) не перевищує 1 %, в той час як залишок олії в макусі способом віджимання знаходиться в межах 10...20 % (менші значення одержують при застосуванні технології та комплектного обладнання з попередньою підготовкою насіння, більше - на прес-екструдерах). Суттєвим недоліком хімічного способу є складність та висока вартість обладнання, необхідність виконання ретельної очистки (рафінації) олії від органічного розчинника та інших домішок. Хімічний спосіб економічно доцільний при великих обсягах виробництва і є основним на сучасних промислових олійно-жирових заводах. В умовах господарств переважно застосовується механічний спосіб пресування олії з попередньою обробкою насіння і спосіб пресування олії безпосередньо з насіння на прес-екструдері.

Технологія пресування олії з попередньою підготовкою насіння включає операції обрушування (лущення) очищеного насіння, розділення продуктів лушення (рушанки) на суміш яка містить олію (ядро ціле, дроблене, частково або повністю необрушене насіння тощо) і лузгу, подрібнення ядра на м'ятку, волого-теплову обробку (жарення) м'ятки, пресу-

вання олії з піджареної м'ятки та очищення олії від домішок способом відстоювання і фільтрації. Найбільш поширені в сільському господарстві цехи (олійниці) з гідравлічними пресами, пресами-екструдерами та гвинтовими пресами.

На сучасних заводах невеликої потужності застосовують шнекові преси з попереднім підсушуванням олійного матеріалу. Таким чином суттєва частина енерговитрат - це енергія, яка витрачається на забезпечення потрібної температури (105...130 °С), тому що підвищена температура насіння знижує в'язкість олії і слугує кращому виходу її з олійного матеріалу. На сьогоднішній день існує багато установок для підтримання заданої температури, але всі вони як правило, являються енергоємними [2].

Отже, перед нами була поставлена задача заміни нагрівників більш економічними нагрівачами.

Було розглянуто екструдер ЕК 75/1200, який обладнаний комплектом ніхромових нагрівачів, незважаючи на високий електричний ККД цих елементів 95 %, але установки, де вони використовуються, мають низьку теплову ефективність, і їхній загальний ККД складає приблизно 82...85 %. Причиною цього є невелика площа теплообміну, в результаті чого необхідні великі перепади температури між поверхнею нагрівача і середовищем. Із цим пов'язана необхідність підвищення температури поверхні самих елементів, що призводить до пропорційного збільшення витрати електроенергії, зниження енергетичної ефективності пристроїв і зростання теплових втрат. Збільшення температури нагрівача призводить і до інших негативних явищ таких як горіння органічних часток і пилу, що призводить до вигорання кисню і виділення специфічного запаху, виділення в навколишнє середовище продуктів горіння і до зниження вологості повітря. Проте найголовнішим є окиснення металу нагрівача, що зменшує його термін експлуатації.

Альтернативою електричних нагрівачів є індукційні, в першу чергу в установках виконаних з феромагнітного матеріалу. При цьому пульсуюче магнітне поле індуктора створює в стінці феромагнітного корпусу вихрові струми, тепловий ефект який використовується для нагрівання.

Перевагами індукційних нагрівачів є:

- тривалий термін експлуатації;
- незмінні характеристики установки;
- висока швидкість нагріву;
- безпечність, бо не використовується умова для виникнення електричного потенціалу на технологічному обладнанні;
- екологічно чисті.

Оцінку ефективності застосування індуктора як джерела тепла проведемо шляхом заміни однієї нагрівальної секції екструдера ЕК 75/1200 за приведеною методикою [3]:

- питома поверхнева потужність

$$P = \frac{P_2}{3,14 \cdot d_2 \cdot h_2} \quad (1)$$

де P_2 - потужність в об'єкті, кВт;

d_2 - діаметр корпусу екструдера, м;

h_2 - довжина корпусу екструдера, м.

- намагнічуюча сила індуктора

$$I\omega = \frac{10^3}{3,5 \frac{d_2 M_0}{h_2 L_0}} \cdot \sqrt{\frac{P_2}{8,75 \frac{d_2}{h_2} \sqrt{\rho \mu} \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-7}} \cdot f \cdot F_u}} \quad (2)$$

де μ - магнітна проникність сталі;

ρ - питомий опір сталі, Ом·м;

f - частота, Гц;

M_0, L_0 - функція діаметра індуктора до його висоти та функція відношення висоти до його діаметра, визначаються за графіком наведеним в [3];

F_u - залежить від відношення глибини проникнення електромагнітної хвилі та товщини, стінки, визначаються за графіком наведеним в [3].

- активна потужність елементів системи

$$P_1 = 6,2 \cdot 10^{-6} \cdot (I\omega)^2 \cdot \frac{d_1}{h_1} \sqrt{\rho_2 f} \frac{F_{пл}}{k}, \quad (3)$$

де d_1 - діаметр індуктора, м;

h_1 - довжина корпусу індуктора, м;

ρ_2 - питомий поверхневий опір міді, Ом·м;

$F_{пл}$ - функція відношення радіуса індуктора до магнітної проникності сталі, визначається за графіком наведеним в [3];

k - коефіцієнт, що враховує наявність міжвиткових ізолюючих проміжків.

- активна потужність індуктора

$$P = P_1 + P_2. \quad (4)$$

- час нагрівання

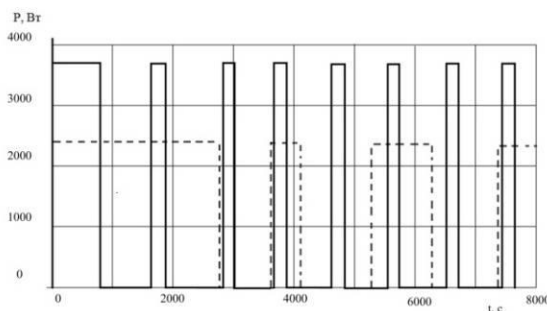
$$t = \frac{\frac{T_p}{T_s} \cdot 10^3 \cdot D}{60}. \quad (5)$$

де T_p - задана температура поверхні, °С;

T_s - температура всередині екструдера, °С;

D - діаметр не нагрітого шару, м.

Результат розрахунку відображений на рисунку 3.



- - - потужність резистивного нагрівача; ----- потужність індукційного нагрівача.

Рисунок 3 - Графік залежності споживаної потужності нагрівачів різного типу від часу з урахуванням режиму роботи екструдера ЕК 75/1200

Аналізуючи залежності рисунок 3 можна зробити висновок, що кількість енергії, витраченої на нагрів корпусу екструдера з використанням індукційного нагріву при холодному пуску, скорочується на 70 % і за підтримання температурного режиму – на 80 %. Економічним ефектом є те, що при переробці 1 кг насіння за 1 рік роботи установки з індуктором (на основі витрат електроенергії) зміниться від 0,0539 грн/кг до 0,044 грн/кг.

Висновки. Ефективність застосування індукційного нагріву в екструдері залежить від режиму роботи останнього та потребує глибокого вивчення. Індукційний нагрів підвищує ресурсозберігаючі показники процесу екструдера на 23 % і спрощує конструкцію нагрівальних елементів.

Список використаних джерел.

1. Лисенко В.П. Запровадження енергоефективних комплексів у виробництві олії / В.П. Лисенко, Д.С. Комарчук // Біоресурси і природокористування. – 2011. -3, №1-2. – С. 153-157.
2. Осейко М.І. Технологія рослинних олій: підручник / М.І. Осейко. –К.: Варта, 2006. – 280 с.
3. Немков В.С. Теории и расчет устройств индукционного нагрева / В.С. Немков, В.Б. Демидович. – Л.: Энергоатомиздат,1988. – 297 с.

УДК 537.632.633

ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ ВІД ЧАСТОК В ЕЛЕКТРОФІЛЬТРАХ

Філіпішен М. В., 1 курс;

Гулевський В.Б., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Робота присвячена питанням вилучення з промислових газів зважених рідких або твердих часток шляхом іонізації цих часток при проходженні газу через область коронного розряду і наступного осадження на електродах.*

81

Постановка проблеми. У багатьох технологічних процесах промислові гази містять дрібні тверді або рідкі частки, від яких вони мають бути очищені. У цілому ряді виробництв ці частки є кінцевим продуктом, наприклад, у виробництві деяких кольорових металів, сажі, цементу. В інших випадках вимагається очищення газу від зважених часток, або очищення повітря в спеціальних приміщеннях. Набувають поширення побутові електрофільтри, які використовують для очищення повітря житла.

Електрофільтри є на сьогодні найбільш ефективним засобом очищення газів завдяки ряду особливостей:

- у електрофільтрах досягається висока міра очищення газу до 99,9%;
- електрофільтри мають дуже низький гідравлічний опір потоку газу;
- електрофільтри дозволяють уловлювати зважені частки в широкому діапазоні розмірів (від доли мікрометрів до десятків міліметрів);
- електрофільтри легко регенеруються;
- увесь процес очищення газів електрофільтрами легко піддається автоматизації [1].

Установка для електричного очищення газів в більшості випадків складається з двох частин: власне електрофільтр - осаджувальна камера з електродів, які коронують і на які осаджується пил та джерело напруги (рисунк 1).

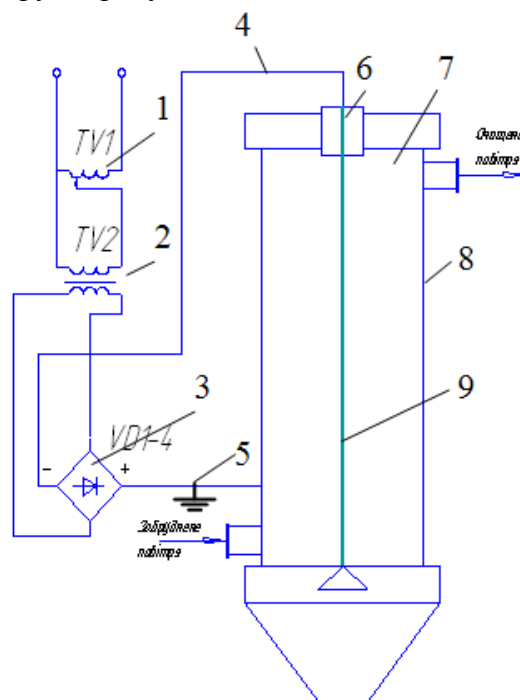


Рисунок 1 - Конструкція електрофільтру:

1 - регулятор напруги; 2 - трансформатор, що підвищує напругу; 3 - високовольтний випрямляч; 4 - високовольтний кабель; 5 - заземлення; 6 - ізолятор; 7 - електрофільтр; 8 – електрод на який осаджується пил; 9 - електрод який коронує.

Величезну роль в досягненні максимальної ефективності пиловловлювання грає конструктивне виконання електродів, які коронують і електродів на які осаджується пил [2]. Таким чином вдосконалення електрофільтра, в якому шляхом модифікації конструкції електродів забезпечується ступінь очищення повітря від пилу.

Аналіз останніх досліджень. Електроди, які коронують можна розділити на дві групи (рисунок 2). До першої групи відносяться електроди, які не мають фіксованих точок, які коронують. При негативній короні - негативній полярності електродів які коронують - точки, що світяться, розташовуються вздовж електроду на різних відстанях один від одного в залежності від стану поверхні електроду. Типові види електродів цієї групи: круглий діаметром $2\div 4$ мм квадратний із стороною $3\div 4$ мм і штикового перерізу, такий, що вписується в квадрат із стороною $4\div 5$ мм (рисунок 2, а). До другої групи відносяться електроди з фіксованими точками розряду по їх довжині. Типовими видами цих електродів є колючий дріт, пілкоподібні і голчасті електроди (рисунок 2, б).

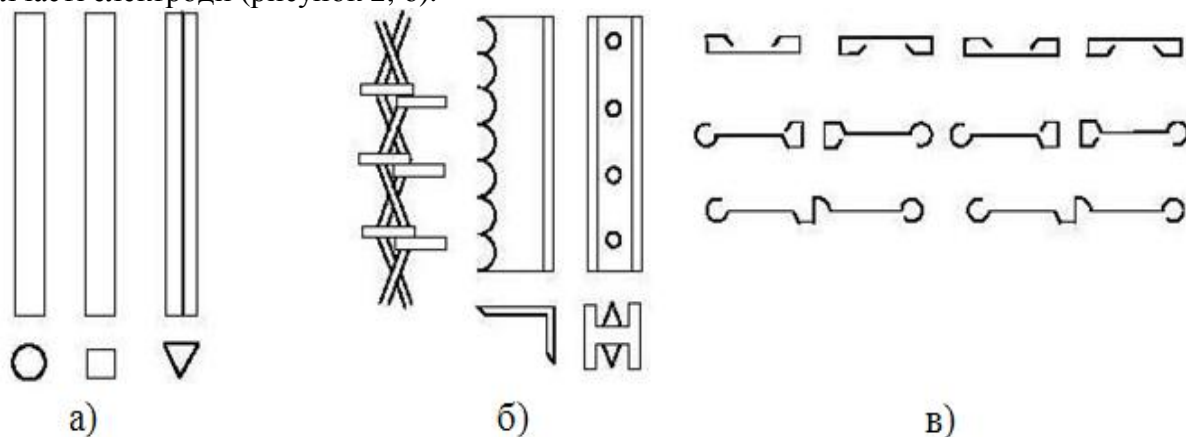


Рисунок 2 – Електроди електрофільтра: а) гладкі електроди які коронують ; б) електроди які коронують з фіксованими точками розряду; в) електроди на який осаджується пил.

Електроди другої групи при рівних напрузі і міжелектродної відстані забезпечують значно більший струм корони, ніж електроди першої групи. Легше забезпечується необхідна механічна міцність [3].

Нині електроди які коронують отримали широке поширення стрічково-голчастого типу. Недоліком таких електродів є недостатня ступінь очищення повітря та газів від пилу і домішок, великі енерговитрати. .

Мета статті. Метою статті є обґрунтування вдосконалення електрофільтра, в якому шляхом модифікації конструкції електроду, що коронує, забезпечується ступінь очищення повітря від пилу. За рахунок цього збільшується продуктивність електрофільтра та знижуються енерговитрати.

Основні матеріали дослідження. Поставлена задача вирішується тим, що електрофільтр містить джерело живлення, електрод, який коронує та електрод, на який здійснюється осадження, вкритий діелектриком, відповідно запропонованої корисної моделі, електрод, на який здійснюється осадження виконаний у вигляді циліндра. У прикладах конкретного виконання електрод, що коронує виконано у вигляді шнеку по формі конуса з кутом при верхньої вершині не менш 100, а також перо шнеку електрода, що коронує має загострену форму з кутом не менш 250 з кроком між пір'ями у відносини 1:1.

Таким чином, використання запропонованої конструкції підвищує ступінь очищення повітря та газів від пилу та домішок та знижує енерговитрати.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюються кресленням. На рисунку 3 зображена конструктивна схема електрофільтру.

Електрофільтр складається з електроду 1, на який здійснюється осадження, вкритий діелектриком 2, з електроду 3, що коронує, який виконаний у вигляді шнеку по формі конусу з кутом при верхньої вершині не менш 100. Перо шнеку 4 електрода, який коронує, виконано загостреної форми з кутом не менш 250 і з кроком між пір'ями у відносини 1:1, джерела живлення 5.

Запропонований пристрій працює таким чином. При подачі високої напруги від джерела живлення 5 до електроду 3, який коронує на кінцях пір'їв 4 загостреної форми здійснюються умови для появи коронного розряду. Пилогазовий потік турбулентність обтікає електрод 3. Частки пилу та домішок, що потрапляють в область між електродом 3 та електродом 1 заряджаються та під дією електричних сил рухаються до електроду 1. Таким чином, концентрація

зважених часток у міру проходження через електрофільтр поступово зменшується.

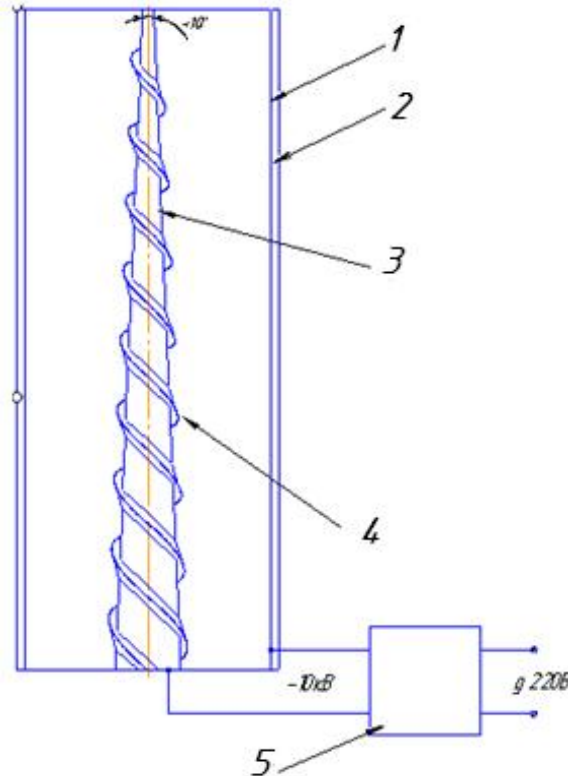


Рисунок 3 – Запропонована конструкція електрофільтра: 1 – електрод на який здійснюється осадження; 2 - діелектрик ; 3 - електрод який коронує; 4 - перо шнеку електрода, який коронує; 5 - джерело живлення.

Висновок. Вдосконалення електрофільтра забезпечує якісне вилучення пилу та різноманітних домішок з повітря при зниженні енерговитрат на цей процес на 15%. При цьому прийнятніше працювати на негативній полярності живлячої напруги, оскільки при цьому коронний розряд стійкіший, а пробивна напруга значно вища.

Список використаних джерел.

1. Электротехнология / А.М. Басов, В.Г. Биков, В.А. Лаптев, Б.В. Фанн. М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
2. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие /А.Г. Ветошкин: - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 210с.
3. Зиганшин М.Г. Проектирование аппаратов пылегазоочистки / М.Г. Зиганшин, А.А. Колесников, В.Н. Посохин. М. : Экопресс – 3М, 1998.-505 с.

УДК [628.87:621.234]+[681.5:001.827]

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРИРОСТУ КРОПУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ В ТЕПЛИЦІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА

Судольський І.П., 5 курс;

Семенюк Л.В., 5 курс;

Сабо А.Г., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі наведено результат експерименту з визначення залежності між добовим приростом кропу, що вирощується в теплиці, від таких факторів середовища, як добова сума фотосинтетичної радіації (ФАР) в теплиці та концентрації двоокису вуглецю при умові підтримання постійної температури та вологості повітря в теплиці. Отримане рівняння регресії дає змогу визначати необхідність штучного досвічування кропу у теплиці в залежності від вказаних факторів з метою отримання якісної продукції.

84

Постановка проблеми. При вирощуванні кропу в зимовий час у теплицях постає проблема якості вирощеної продукції. Виробничники зауважили, що при низькому рівні опромінення (тобто коли не використовується додаткове штучне опромінення, або ж його рівень є недостатнім) або через зниження приросту рослин з інших причин кріп не утворює ефірні масла, які власне і надають йому специфічного смаку і запаху, тобто отримана продукція може бути некондиційною і не користуватися тому попитом у споживачів, тому для отримання максимальних врожаїв встановлення опромінювачів з розрахунку 160-170 Вт/м² та встановлення тривалості світлового дня у 14-16 годин [1]. Однак вказані параметри рівня опромінення не є достатньо точними а також не враховують інших факторів, які можуть впливати на ріст рослин, зокрема параметри мікроклімату у теплиці, а також провадити регулювання рівня опромінення у залежності від цих параметрів. Необхідність такого регулювання постає з того, що теплиці є одним з найбільш енергоємних об'єктів сільського господарства, при цьому значна частка енергії (до половини для розсадних відділень і зеленних культур) витрачається саме на додаткове штучне опромінення [2,3]. Тому постає задача проведення дослідження залежності якості (в сенсі збереження споживчої якості) і росту кропу в залежності від параметрів середовища і опромінення.

Аналіз останніх досліджень. Проблемі отримання якісного кропу при вирощуванні в умовах зимових теплиць не приділялося багато уваги з боку вчених. Наявні лише згадані вище рекомендації виробничників, отримані на основі аналізу результатів їх практичної діяльності. Між тим, в останні роки виробничники поряд з застосуванням штучного опромінення використовують при вирощуванні кропу також підживлення рослин двоокисом вуглецю, який може бути отриманий з різних джерел, але найбільш дешевим, а отже доступним шляхом отримання якого є використання відведених з котельних газів після їх очищення [4]. При цьому рівень цього газу може суттєво змінюватися через зміну його доступності для об'єкту через нерівномірність надходження. Між тим, інші параметри мікроклімату теплиць, а саме температура та вологість повітря, досить добре підтримуються на сталому рівні сучасними системами управління, що наявні в теплицях, тому їх рівень можна вважати сталим.

Що стосується визначення, чи буде вирощений кріп мати необхідний вміст ефірних олій, який робить його привабливим для споживачів, то тут варто звернути увагу на роботу [4]. В цих дослідженнях встановлено, що при умовах, коли кріп на продуктивній стадії росте повільно, прибавляючи менше 0,3-0,4 г маси за добу на одну рослину, він не утворює достатньої кількості ароматичних олій, які і надають йому специфічний смак та запах і є привабливими для споживача. Виходячи з цього впливає необхідність встановити залежність добового приросту кропу від основних факторів середовища з тим, щоб забезпечувати необхідний мінімальний приріст рослин шляхом регулювання параметрів середовища.

Мета статті. При проведенні дослідження ставилася мета визначити залежність добового приросту кропу від рівня опромінення та концентрації двоокису вуглецю в теплиці при

підтриманні температури та вологості повітря на постійному, сприятливому для зростання кропу, рівнях.

Основні результати досліджень. Накопичено багато матеріалу наукових досліджень та досвіду виробників щодо вивчення впливу тривалості та рівня опромінення на розвиток рослин, який дозволяє зробити дуже важливі висновки. Аналіз численних наукових досліджень в галузі фізіології рослин і впливу різноманітних режимів опромінення на розвиток рослин вказує, що нарощування сухої маси рослин (тобто отримання врожаю в кінцевому підсумку) прямо пропорційні добовій сумі фотосинтетично активної радіації (ФАР), яка надійшла до рослини. Конкретна добова залежність надходження ФАР до рослини у часі або надійшла вона з яких джерел – штучних чи природних, не має великого значення [6]. Цей висновок відкриває шлях як для регулювання швидкості росту рослин, так і для економії електричної енергії, що споживається на штучне опромінення кропу, бо така економія можлива на основі врахування надходження сонячної ФАР, яка є безкоштовною. При цьому певне значення ФАР наявне навіть і в зимові місяці, не кажучи вже про весняні місяці, на які в основному і припадає час вирощування укрупу. Саме тому одним з визначальних факторів варто прийняти добову суму ФАР, що надходить до теплиці.

При вирощуванні кропу в теплиці температура і вологість підтримуються засобами автоматики на постійному рівні. Серед інших факторів, що впливають на ріст кропу, залишаються два основних: сума ФАР за добу і концентрація в повітрі двоокису вуглецю. Тому остаточно можна прийняти, що для визначення значень приросту зеленої маси за добу слід провести повнофакторний експеримент з двома вхідними факторами, що контролюються:

X_1 – добова сума опроміненості рослин, моль/м² ФАР;

X_2 – концентрація двоокису вуглецю, мкмоль/моль.

Вихідною величиною було обрано приріст за добу кропу с одного квадратного метру теплиці виходячи з щільності насадження кропу в 100 рослин на метр квадратний. При цьому мінімальний приріст для якісного кропу повинен бути 30 г за добу. Приріст за добу визначався при зрізанні та зважуванні прирослого за добу кропу.

Оскільки за попередніми даними було відомо, що періоди для обох піків мають явно нелінійну залежність як мінімум від одного з вхідних факторів – віку рослини, то за рівняння регресії обрано нелінійну залежність, тобто

$$Y = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_{12} X_1 X_2 + B_{11} X_{12} + B_{22} X_{22},$$

де Y – вихідна функція, тобто приріст зеленої маси укрупу за добу, г/м².

Виходячи з того, що положення екстремуму та центральної точки плану були попередньо невідомими, а також з можливості проведення меншого числа дослідів (при повторності $m=1$) було обрано рототабельний центральний композиційний план (РЦКП) другого порядку [8]. Для РЦКП другого порядку характерною є однакова точність прогнозування функції цілі з допомогою рівняння регресії за будь-якою координатою і взагалі у будь-якому напрямку в області факторного простору, що вивчається на рівній відстані від центру експерименту, що слід вважати суттєвою перевагою РЦКП. В рототабельному центральному композиційному плані реалізуються три групи точок факторного простору, кожна з яких розташована в визначеній сфері:

Сфера з точками повнофакторного (або дрібнофакторного) експерименту – N_f ;

Сфера з зірковими точками – N_α , причому величина зіркового плеча обчислюється як

$$\alpha = 2^{\frac{n-p}{4}},$$

де n – число факторів;

p – показник дрібності;

Сфера з точками у центрі плану – N_0 .

Для кожного з діючих факторів було визначено (з урахуванням існуючих фізичних обмежень на варіювання значень факторів в конкретних умовах експерименту) значення

верхнього (x_{iB}), нижнього (x_{iH}) та основного (x_{i0}), – в центрі області експерименту – рівнів відповідних факторів. Було визначено значення відповідних інтервалів варіювання

$$I_i = (x_{iB} - x_{iH}) / 2. \quad (1)$$

Дані про рівні та інтервали варіювання для кожного з факторів наведено у табл. 1.

Для зручності запису плану експерименту та обробки його результатів доцільно користуватися кодованими значеннями факторів:

$$X_i = (x_{iB} - x_{i0}) / I_i. \quad (2)$$

Матрицю РЦКП для числа факторів $k=2$ [8] наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Інтервали варіювання та рівні факторів

Фактор	Нульовий рівень	Інтервал варіювання	-1	+1	$-\alpha = -1.141$	$+\alpha = +1.141$
X_1 – добова сума опроміненості рослин, моль/м ² ФАР	600	400	200	1000	144	1056
X_2 – концентрація двоокису вуглецю, мкмоль/моль	700	400	300	1100	244	1156

Окремі експерименти за наведеним вище планом провадилися у рандомізованому порядку при визначенні його за допомогою генератора випадкових чисел на ПЕОМ [9].

Обробка результатів експерименту провадилася з використанням програми Excel з пакету Microsoft Office за відповідними формулами [9].

Таблиця 2 – Матриця РЦКП для $k=2$ [8]

	X_0	X_1	X_2	X_1X_2	X_{12}	X_{22}	Y	
Z^{Φ}	1	+1	-1	-1	+1	+1	25	
	2	+1	+1	-1	-1	+1	56	
	3	+1	-1	+1	-1	+1	44	
	4	+1	+1	+1	+1	+1	79	
Z^{α}	9	+1	-1,141	0	0	21,300	18	
	10	+1	1,141	0	0	21,300	71	
	11	+1	0	-1,141	0	0	1,300	32
	12	+1	0	1,141	0	0	1,300	69
Z^0	15	+1	0	0	0	0	35	
	16	+1	0	0	0	0	29	
	17	+1	0	0	0	0	34	
	18	+1	0	0	0	0	35	
	19	+1	0	0	0	0	40	

Після визначення значимих коефіцієнтів і обчислень було отримане рівняння регресії (наведені лише значущі коефіцієнти):

$$Y = 34,6 + 15,81X_1 + 10,53X_2 + 5,864X_{12} + 8,86X_{22}$$

За цим рівнянням було побудовано графічну залежність врожайності від денної суми ФАР та концентрації двоокису вуглецю. Оскільки потрібно, щоб мінімальний приріст за добу був не меншим за 30 г/м², то на рисунку 1 можна побачити зону, що йде за першим колом, де ця умова буде задоволена.

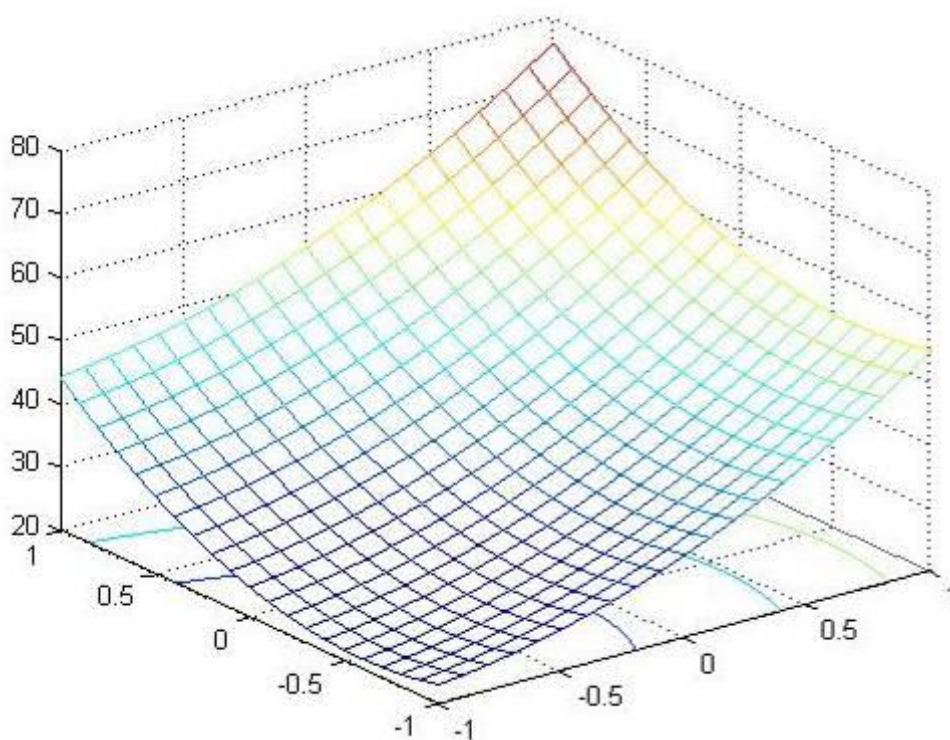


Рисунок 1 – Залежність добового приросту кропу від добової суми ФАР та концентрації двоокису вуглецю в повітрі.

Висновок. Таким чином, при визначенні рівня концентрації двоокису вуглецю за рівнянням можна визначити необхідну мінімальну денну суму радіації від усіх джерел, а потім за вимірним значенням сумарної радіації від сонця визначити, чи потрібне досвічування кропу від ламп після заходу сонця або ж до того, що дозволяє при економії енергії на опромінення разом з тим отримати достатньої якості продукцію при достатній її кількості для того, щоб її вирощування було економічно вигідним.

Список використаних джерел

1. http://rastenievodstvo.info/shpinat_i_ukrop.html
2. Сабо А.Г. Управління мікрокліматом споруд захищеного ґрунту як задача зменшення питомої енергоємності продукції // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип. 19. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – С. 124-131.
3. Тихомиров А.В. Энергетические показатели работы тепличных комбинатов / А.В. Тихомиров, Е.К. Маркелова, Е.Ю. Черномурова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 2002. - №12. - С. 6-9.
4. http://www.enontek.ru/produkcija/CO2_Enrichment_of_Greenhouses/CO2_Enrichment
5. Nederhoff E.M. Photosynthesis, light, carbon dioxide and plant production / Acta Horticulturae, 1992, #8, pp. 88-95.
6. Ehret D.L. Automated monitoring of greenhouse crops / D.L. Ehret, A. Lau, S. Bittman, W. Lin, T. Shelford // Agronomie. – V. 21. – 2001. – P. 403–414.
7. <http://www.asabe.org/freemulty/greenhouse/standards/1335.html>
8. Мойсюк Б.Н. Элементы теории оптимального эксперимента. Ч.2. – М.: МЭИ, 1976. – 84 с.
9. Планирование эксперимента в исследованиях технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер; Под ред. Э.К. Лецкого. – М.: Мир, 1977. – 522 с.

УДК 631.365

РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ НВЧ-СУШІННЯ ПРОДОВОЛЬЧОГО ЗЕРНА

Кривенко Є.Г., 4 курс;

Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Пропонована установка для НВЧ-сушіння зерна у потоці, розглянутий вплив магнетронів між собою та досліджено рівень поглинання НВЧ-енергії при проходженні її через різні шари зерна

88

Постановка проблеми. До переваг застосування НВЧ-енергії для сушіння продовольчого зерна належать: високий ступінь поглинання шаром зерна НВЧ енергії; можливість зі швидкістю світла підвести й виділити в кожному насінні потужність пропорційну зосередженій волозі; одержання необхідного розподілу температур у шарі зерна, у тому числі в режимі саморегулювального нагрівання; низькі втрати енергії в трактах, що підводять, і «правильних» електродинамічних робочих камерах; можливість миттєвого включення й вимикання енергетичного впливу.

Аналіз останніх досліджень. На інтегральному рівні параметри процесу - швидкість зневоднювання і його енергоємність визначаються взаємною поведінкою градієнтів вологості й температури. Для конвективного сушіння градієнт температури завжди спрямований назустріч градієнту вологості й гальмує процес сушіння, через що енергоємність у процесі зниження вологості продукту безупинно зростає, а швидкість сушіння падає [1]. Перспективним представляється механізм мікрохвильового сушіння [1], де енергія виділяється в обсязі матеріалу, що зневоднюється, а градієнт температури принципово має те ж напрямком, що й градієнт вологості.

Формулювання цілей статті. Розроблена НВЧ установки для сушіння зерна, яка повною мірою забезпечувала б якісне й швидкісне сушіння з фізичної точки зору.

Основна частина. Відомо, що будь-які електричні методи сушіння, важко реалізуємо через відсутність у зерносховищах і елеваторах необхідних для відповідних виробничих процесів джерел електричної енергії. При сушінні 30 т зерна в годину з 20 до 14 % вологості потрібна потужність джерел енергії від 3,5 до 4,5 МВт, що не можливо в умовах сільськогосподарського виробництва.

У цьому зв'язку перспективним представляється підхід, заснований на механізмі зневоднювання, у рамках якого невелика частка енергії сушіння - 1-5 % від конвективної, подається у вигляді мікрохвильової енергії для підвищення температури внутрішніх частин об'єму насіння і, відповідно, зменшення величини, а в ідеалі - і зміни знаку градієнта температури.

Очевидно, пристрій для мікрохвильового опромінення зерна можуть вбудовуватися в пристрій для типового конвективного сушіння - шахтні й барабанні зерносушарки - двома різними способами. В одному випадку тепловий потік і потік мікрохвильової енергії повинні діяти на зерно одночасно, у другому - по черзі в кілька етапів. Останній спосіб переважніше, тому що залишає більше волі для конструювання обладнання комбінованого сушіння.

Установлене, що загальна кількість електроенергії, необхідна для забезпечення такого процесу, повинна бути на 1,5-2 порядків нижче, чим у випадку чисто мікрохвильового сушіння, що робить такі установки більш реальними з позиції енергозабезпечення.

На підставі викладеного в справжній роботі представлений аналіз технічної можливості вбудовування пристрою - блоку мікрохвильової стимуляції конвективного сушіння зерна - у типові зерносушарки.

Доцільний рівень відносин мікрохвильової енергії до енергії теплового потоку, отриманий в [2, 3], становить приблизно 1,5 %, тобто сумарний рівень потужності, реалізований у мікрохвильовому модулі, повинен скласти 50-150 кВт.

При побудові мікрохвильового модуля на економічно вигідних НВЧ компонентах-магнетронних генераторах типу М-136, М-162, М-105 з вихідними потужностями 600-700 Вт, зазначений мікрохвильовий модуль повинен містити від 60 до 150 магнетронних джерел. Основним завданням при цьому стає завдання ефективного додавання потужності такої кількості джерел в обсязі електродинамічної системи, розміщеної в місці проходження вхідного в область мікрохвильового сушіння транспортера.

Найпростіший варіант такої електродинамічної системи може бути прямокутна металева камера, усередині якої через вузькі екрановані отвори в стінках проходить покрита гумою, що поглинає НВЧ енергію, стрічка транспортеру (рис. 1). При цьому НВЧ випромінювання слід направити таким чином, щоб НВЧ енергія проходила через шар стерпного транспортером продукту. Рішення при цьому фізичного завдання складається із двох роздільних блоків, що включають:

- 1) дослідження впливу джерел НВЧ енергії між собою;
- 2) дослідження рівня поглиненої НВЧ енергії при проходженні її через різні шари зерна.

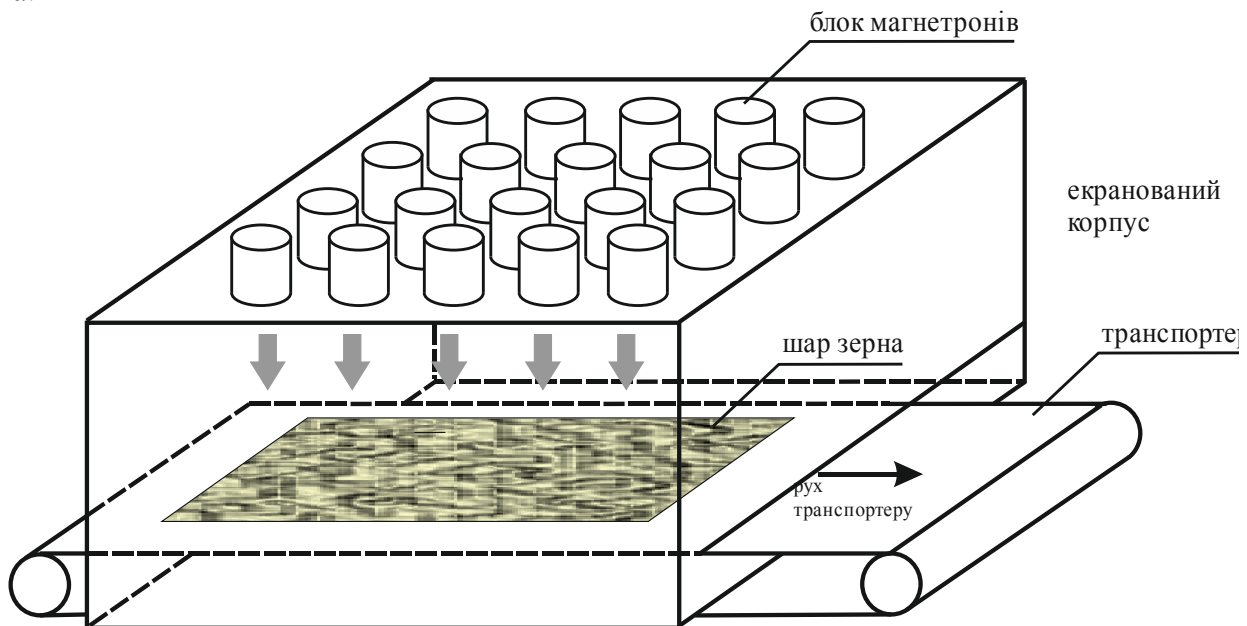


Рисунок 1 – Структурна схема НВЧ сушарки зерна.

Дослідження взаємного впливу джерел проводилося за схемою (рис. 2), у якій в один хвилевід через коаксіально-хвильовий перехід подавалася енергія від малопотужного генератора, а в іншому хвилеводі поглинена НВЧ потужність через коаксіально-хвильовий перехід надходила у вимірник малої потужності, де реєструвався рівень потужності й порівнювався з рівнем, що надходять від генератору в перший хвилевід. При цьому в експерименті варіювалася відстань між осями хвилеводів у місці проходження їх через площину випромінювання (приймання) і кут нахилу цих осей.

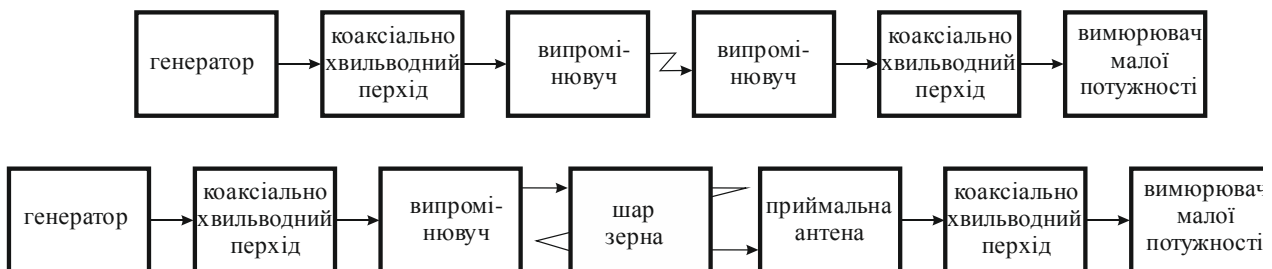


Рисунок 2 – Структурні схеми визначення впливу магнетронів між собою та дослідження рівня поглиненої НВЧ-енергії при проходженні її через різні шари зерна.

Результати вимірів (рис. 2) представлені у вигляді залежності втрат на передачу енергії із хвилеводу у хвилевід від міжосьової відстані, де в якості параметра для кожної кривої

виступав кут нахилу до осі. Показане, що при паралельному розміщенні - хвилеводи зводяться широкими стінками - мінімально припустима відстань між ними становить 100 мм. У випадку відомості хвилеводів вузькими й широкими стінками мінімально припустима відстань становить 150 мм.

Нахил осей хвилеводів друг щодо друга ще більше збільшує мінімально припустима відстань і знижує компактність виконання мікрохвильового модуля. Проведені виміри показують, що раціональна конструкція робочої камери відповідає варіанту, коли хвилеводи розташовуються рядами уздовж камери (рис. 1) і упоперек неї, причому вузькі стінки хвилеводів паралельні осі руху.

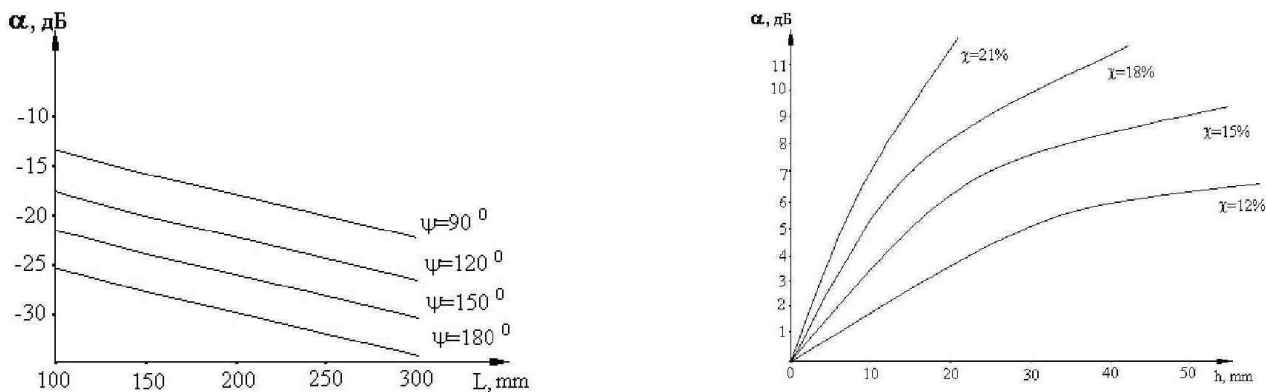


Рисунок 3 – Рівні поглинання НВЧ енергії зерном при його сушінні.

Дослідження впливу товщини шару зерна на ефективність поглинання їм НВЧ енергії й на анізотропію енерговиділення по висоті шару, проводилися за схемою, представленої на (рис. 2). Потужність від генератора подавалася у хвилевід, площину випромінювання якого розташовувалася у верхній площині шару продукту. Відповідний вимірювальний хвилевід розміщався під шаром продукту. Площина приймання НВЧ-енергії була паралельна шару продукту. Вступник у нього енергія через хвилевід передавалася у вимірник потужності.

Висновки.

Результати виміру (рис. 3) показали, що при вологості на рівні 20 % рівень поглинання становить приблизно 7 дБ, що відповідає ефективності поглинання 80 % і досягається при товщині шару 10 мм; при вологості 14 % товщина шару становить 30 мм, при ефективності поглинання 85 %. При цьому очевидно, що якщо для верхніх шарів транспортера задати відношення НВЧ до конвекційної потужності приблизно 20 %, то для нижніх шарів ця величина виявиться на рівні 0,3-0,4 %. Очевидно, що більші перепади потужності допускати недоцільно.

Список використаних джерел.

1. Явчуновский В.Я. Микроволновая и комбинированная сушка. Физические основы, технологии и оборудование / В.Я. Явчуновский. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1999. - 212 с.
2. Бородин И.Ф. Применение СВЧ энергии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин, Г.А. Шарков, А.Д. Горин. М.: ВНИИТЭИагропрм, 1987. –55 с.
3. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. / И.В. Лебедев, под ред. академика Н.Д. Девяткова. - М.: В. шк., 1970. – 440 с.

УДК 531.767(088.8)

РОЗРОБКА І ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ СТРОБОСКОПІВ І СТРОБОСКОПІЧНИХ ПРИСТРОЇВ

Муковоз О.В.,
Калина Б.А., 5 курс;
Балахонов О. М., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Запропоновано схема і облаштування стробоскопа з потужними світлодіодами, які дозволяють значно підвищити надійність роботи цифрових стробоскопічних вимірювачів ковзання асинхронних двигунів.

91

Постановка проблеми. Одним з основних вузлів стробоскопічних приладів є стробоскоп - перетворювач електричних сигналів у світлові. З їх допомогою здійснюється зв'язок цих приладів з об'єктом виміру. Від надійної роботи цього вузла залежить надійність роботи стробоскопічних приладів.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Нині в пристроях для балансування валів ротора, автомобільних шин, автомобільних стробоскопічних приладах для установки кута запалення двигуна розробники стали використовувати в стробоскопах потужні світлодіоди, світловидатність у яких досягає 100 лм/Вт [1,5], а це більше, ніж у імпульсних ламп, які раніше використовувались. Застосування напівпровідникових джерел світла дозволяє створити простий, компактний і економічний стробоскоп.

Мета статті. Узагальнити досвід створення простого компактного і економічного стробоскопа для цифрового стробоскопічного вимірника ковзання асинхронних двигунів.

Основні матеріали дослідження. Упродовж ряду років в лабораторії електричних машин ведеться робота із створення надійного цифрового стробоскопічного вимірювача ковзання. У 60-70 роках минулого століття був розроблений цифровий стробоскопічний вимірювач ковзання асинхронних двигунів на транзисторах з частковим застосуванням мікросхем.

В якості стробоскопічної лампи в ньому використовувалася лампа ТХИ2С. Ці лампи широко застосовувалися в промислових установках балансувань.

На рис. 1 наводиться схема стробоскопа на ТХИ2С. Ці лампи досить габаритні і вимагають підвищеної напруги 300В. Світло випромінювання їх має червоний відтінок, а при частотах 50-60 Гц майже переходять на постійне світіння.

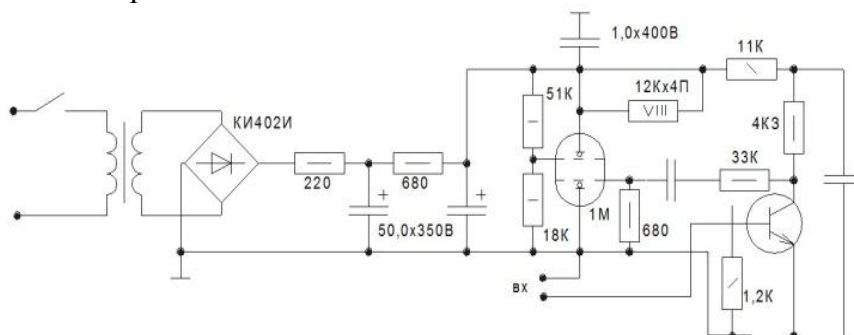


Рисунок 1 – Принципова схема включення лампи ТХИ2С.

У стробоскопах СТ-5 Тбіліського виробничо-технічного об'єднання "Електроприлад" в стробоскопі використовувалася лампа типу ІСШ-15, основні параметри якого наведені у табл. 1. Типова схема стробоскопа на лампі ІСШ-15 показана рис.2.

Таблиця 1 – Основні параметри стробоскопа СТ-5

Найменування параметрів	Одиниця виміру	Величина параметра
1. Номінальна середня потужність розсіювання в розрядно-молотковій контурі	Вт	4
2. Номінальна потужність живлячого конденсатора	мкФ	1,0
3. Номінальна напруга на живлячому конденсаторі	В	450
4. Напруга запалення стробоскопа (найбільше)	В	250
5. Середня яскравість світла в напрямі перпендикулярному площині ніжки, найменша	КД	0,6
6. Номінальна частота спалахів, f_n	Гц	50
7. Середній термін служби	година	5000
8. Напруга самопробоя	В	600

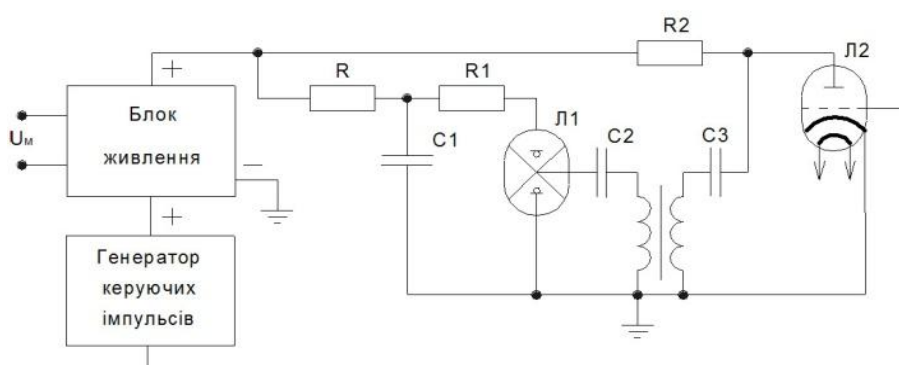


Рисунок 2 – Схема стробоскопа на лампі ІСШ-15.

Для підвищення надійності роботи строботометра і розширення діапазону виміру в [6] використовувалися два струмові ключі для зменшення часу деіонізації лампи при нульовому струмі.

Коефіцієнт корисної дії імпульсної лампи як джерела випромінювання досягає 50 і більше відсотків [1]. Для високовольтних ламп цей показник вищий.

Розряд, що виникає в лампі, можна підтримувати тільки малу частку секунди, інакше лампа буде зруйнована величезними потужностями, які в ній розсіюються. Щоб зупинити розряд, потрібно зняти з електродів напругу, або зменшити його до величини, що виключає іонізацію молекул газу, після чого носії струму рекомбінуються і розряд припиниться. Напруга, при якій розряд припиняється, називається напругою згасання $U_n=(100-150)V$ [1]. Відновлення електричної міцності газу (деіонізація) тривати набагато довше, ніж процес іонізації, і триває приблизно $10^{-3}-10^{-4}$ с.

У більшості практичних пристроїв робоча напруга (U_p) ламп встановлюється нижче напруги самопробоя U_c , а первинна іонізація створюється за допомогою високовольтного імпульсу, для чого використовується допоміжний запалювальний електрод.

Для кожної лампи існує гранична напруга на електродах нижче якого розряд не виникатиме навіть при інтенсивній зовнішній іонізації.

Мінімальна напруга, при якій гарантується розвиток розряду, називається порогом запалення (U_3). Поріг запалення завжди вище порогу згасання U_n , але нижче напруги самопробоя U_c . Різниця $U_c - U_3$ називається діапазоном керуваності.

У усіх практичних пристроях для створення і підтримки розряду в лампі потрібно джерело високої напруги, здатне короткочасно розвивати струм великої сили, для цієї мети, для цієї мети використовується конденсатор відповідної місткості. У інтервалах між розрядами конденсатор заряджається від випрямляча.

Оскільки тривалість розряду завжди значно менше часу між імпульсами, струм заряду може бути порівняльне невеликим, а джерело живлення - відносно малопотужним.

Друга гідність цього методу в тому, що не потрібно спеціальні пристрої : лампа гасне у той момент, коли напруга на обкладаннях конденсатора досягне напруги згасання. Енергія, яку конденсатор віддає лампі виражається формулою

$$A = \frac{C \cdot U_p^2}{2}, \quad (1)$$

де C - місткість конденсатора, мкФ;

U_p - напруга на конденсаторі у момент згасання лампи, кВ;

Напруга і струм при розряді зменшується так, як якби конденсатор розряджався на активний опір, чим підтверджується активний характер опору плазми розряду.

Тривалість дії імпульсу оцінюється тільки приблизно. В якості критерію береться час, впродовж якого струм через лампу (сила світла) зменшується до 37% від максимального значення, при цьому

$$t = R \cdot C, \quad (2)$$

де t - час дії імпульсу, мкс;

R - опір лампи, Ом;

C - ємність розрядного конденсатора, мкФ

За цей час лампа випромінює 85% світла. Термін служби імпульсних ламп невеликий, а висока напруга, яка використовується для створення іонізації газу створюють значні переешкоди, які призводять до збою роботи мікросхем. У [7] описана схема стробоскопа на імпульсній стробоскопічній лампі ИСШ-15, запропонованою авторами.

Останнім часом стали доступніші потужні світлодіоди, які використовуються в електричних ліхтарях. Термін служби їх значно вищий за термін служби імпульсних стробоскопічних ламп. Вони економічніші, вимагають значно меншої напруги живлення (приблизно 10В). Для роботи таких світлодіодів потрібно формувач імпульсів з великою шпаруватістю. Шпаруватість світлового імпульсу повинна складати близько 10.

На рис.3 наводиться електрична принципова схема стробоскопа на над'яскравому світлодіоді.

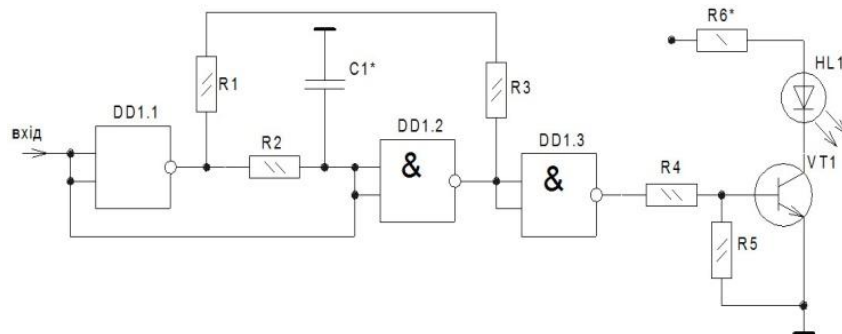


Рисунок 3 – Принципова електрична схема стробоскопа на світлодіоді.

У ній використовується формувач коротких імпульсів, який отримав широке поширення [8]. При напрузі низького рівня на вході формувача конденсатор C_1 заряджається через R_1 і R_2 . При цьому напруга на виході пристрою має низький рівень. При появі на виході формувача напруги високого рівня конденсатор C_1 починає розряджатися через резистор R_2 . До тих пір, поки напруга на конденсаторі не зменшиться до низького рівня на обох входах елементу DD1.2, а отже, і на виході формувача є присутньою напруга високих рівнів. Як тільки напруга на конденсаторі стане менше 0,4 В, рівень на виході формувача змінюється рис.4.

Тривалість імпульсу пропорційно постійною часу розряду конденсатора і рівна

$$t_n = 3 \cdot R_2 \cdot C_1. \quad (3)$$

З виходу формувача імпульси поступають на базу транзистора VT1, в колекторне коло якого включається світлодіод. Резистором R_6 і конденсатором C_2 підлаштовується тривалість світлових імпульсів.

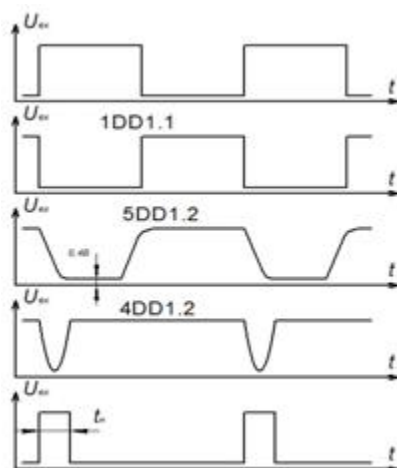


Рисунок 4 – Часові діаграми процесу формування імпульсів формувача стробоскопу.

Висновок. Використання потужних світлодіодів в стробоскопах дозволить значно зменшити габарити стробоскопа, понизити напругу живлення, споживану потужність і надійність роботи цифрового стробоскопічного вимірювача ковзання асинхронних двигунів, оскільки для нього не вимагається отримання високовольтних імпульсів, які потрібні для імпульсних газорозрядних ламп для початкової іонізації газу.

Список використаних джерел.

1. Зельдин Е. А. Газоразрядные импульсные лампы. / Е. А. Зельдин // Приборы и элементы автоматики. – Л.: Ленинградский дом научно-технической пропаганды, 1961. – 35 с.
2. Синельков А. Х. Электроника в автомобиле / А. Х. Синельков – М.: Радио и связь, 1985. – 96 с.
3. Чижиков Ю. Г. Электрооборудование автомобиля / Ю. Г. Чижиков, А. В. Анисимов – М.: ЗА РУЛЁМ, 1999. – 384 с.
4. Банников С. П. Электрооборудование автомобиля / С. П. Банников – М.: Транспорт, 1993. – 288 с.
5. Хлюпин Н. П. Автомобильный стробоскоп. <http://ra4nab.grz.ru>
6. А.с. №757980 СССР, МКИЗ GOIP3/40. Тахометр стробоскопический / Г. К. Кикнадзе, Р. К. Товарткиладзе (СССР). - №2738746; заявл. 15.07.78; опубл. 27.08.80, Бюл. №31.
7. Балахонов О. М. Модернізація вимірювального пристрою ТЕМП-4 / О. М. Балахонов, О. К. Тищенко, М. М. Вігренко // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України – Харків: ХДТУСГ, 2003. – Вип.19. – Т1. – С. 215-219.
8. Мальцева Л. А. Основы цифровой техники / Л. А. Мальцева, Э. М. Фромберг, В. С. Ямпольский – М.: Радио и связь, 1986. – 128 с.

УДК 633.1: 621.3

РОЗРОБКА ОПТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Стрюк О.В., 11 клас;

Старовойтов А.Г., 4 курс;

Богатирьов Ю.О., інженер.

*Великопетиська загальноосвітня школа №1,
Таврійський державний агротехнологічний університет*

В статті розглянуто гіпотезу про те, що в разі використання оптичної електротехнології передпосівної обробки насіння зернових культур, заснованої на використанні поля коронного розряду і ультрафіолетового опромінення, підвищуються основні показники якості насіння зернових культур.

95

Постановка проблеми. Більше двох віків вчені застосовують різні електричні і магнітні впливи на насіння, рослини і тварин. Проте до сих пір суть процесів, що відбуваються при цьому в живих об'єктах, не знайшла пояснення. Насіння різних культур, схильне до дії електромагнітної енергії, практично однаково на нього реагують, тому що загальна природа електромагнітного механізму поглинання енергії однакова. Насіння може поглинути і затримати в собі достатньо довго (тижні, місяці) енергію зовнішньої електрофізичної дії. Якщо умови зберігання насіння після їх електрофізичної обробки дозволяють їм зберегти в собі енергію в зарядженому стані, то після висіву насіння біохімічна релаксація може забезпечити стимулювання ростових процесів і підвищення їх схожості.

Аналіз методів передпосівної обробки насіння в тому числі й зернових культур показав, що одним з перспективних напрямів інтенсифікації і підвищення якісних показників насіння зернових культур є використання комплексних полів фізичної природи.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз досліджень дозволяє зробити наступні висновки:
- міжмолекулярні взаємодії у біосистемах, наприклад, в хроматині ядра, носять не лише електрохімічний (біохімічний), але й електромагнітний (біоелектромагнітний) характер [1].
- виявити внутрішні електромагнітні поля в клітині не можна, це пояснюється тим, що ці поля створюються і реалізуються (еволюційно) з високим ККД при надмалій дозі їх витрачання на зовнішнє випромінювання. Надлишковість цих полів проявляється лише в період найвищої активності клітинного ділення, ймовірно, в процесі електромагнітної релаксації [2].

Мета статті. Дослідити вплив позитивних факторів електричного поля і електромагнітного поля при використанні оптичної електротехнології передпосівної обробки насіння зернових культур, заснованої на використанні поля коронного розряду і ультрафіолетового опромінення, підвищуються основні показники якості насіння зернових культур за рахунок.

Основні матеріали дослідження. Схема установки оптичної електротехнології обробки зернових культур показана на рисунку 1.

До числа найбільш важливих параметрів, що впливають на ефективність роботи випромінювача з коронуючим електродом відноситься напруженість електричного поля, рух частинок пилу в електричному полі, час впливу, питомий опір шару пилу на електродах та ін.

Формула для розрахунку кінетичної енергії зарядки діелектричних частинок при комплексному впливі

$$q_r = 3 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot d^2 \cdot E \left(\frac{\varepsilon_k(f)}{\varepsilon_k(f) + 2} \right) \cdot \left(\frac{e \cdot n \cdot k_y \cdot \tau}{4 \cdot \varepsilon_0 + e \cdot n \cdot k_y \cdot \tau} \right), \quad (1)$$

де d – діаметр частинки, м;

k_y – рухливість іонів, $k_y = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$;

ε_k – відносна діелектрична проникність частинок пилу;

n – кількість елементарних зарядів;

ε_0 – діелектрична постійна, $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$;

τ – час, с;
 e – заряд частинки, $e=1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл;
 E – напруженість електричного поля, кВ/м;
 f_1, f_2 – частота відповідного електромагнітного поля.

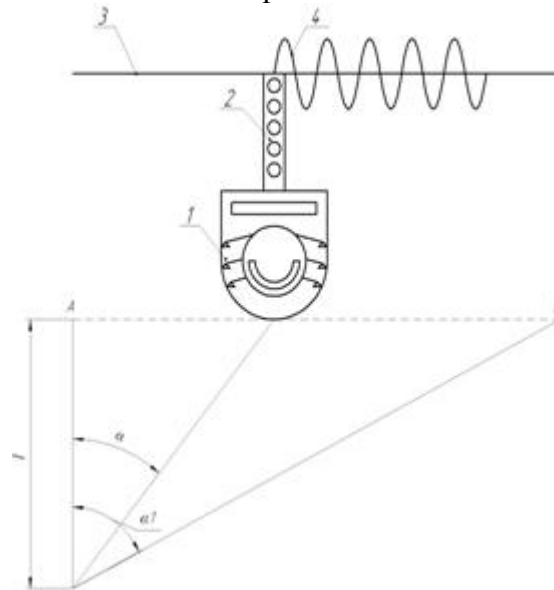


Рисунок 1 - Установка оптичної електротехнології обробки насіння зернових культур:
 1 - електрокоронууючий блок; 2 – регулятор висоти; 3 – трос; 4 – кабель.

Кількість енергії (променевої і електромагнітного поля високої напруги) на одиницю площі, яка досягла опромінювальної точки складає

$$D = \frac{2 \cdot K_0 \cdot h \cdot E_h \cdot \sin \alpha_1}{g} \cdot \frac{Bm \cdot c}{m^2}, \quad (2)$$

де g - швидкість руху електрокоронууючого блоку, м/с;
 α – кут, що характеризує місцезнаходження електрокоронууючого блоку;
 E_h – максимальна опроміненість точки К при комплексному впливі ЕМП в випадку руху блока на висоті h, Вт/м²;
 K_0 – коефіцієнт відбиття потоку.

Використовуючи цей вираз можливо підрахувати дозу впливу на насіння, яка отримується за один прохід електрокоронууючого блоку при заданій висоті його підвісу, швидкості переміщення. Залежність опроміненості точки К від висоти підвісу блока і потужності електрогазорозрядної лампи показані на рисунку 2.

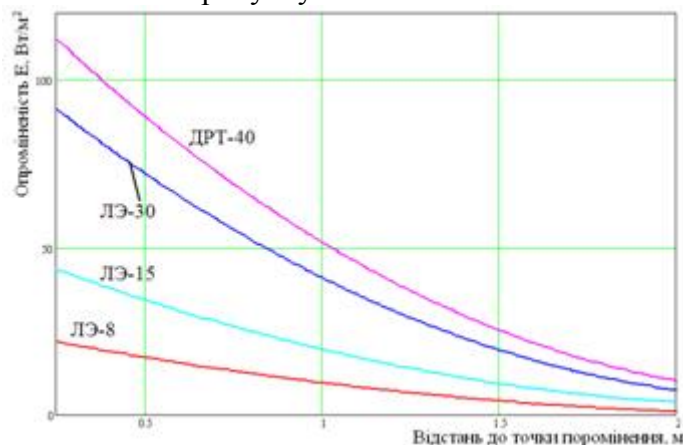


Рисунок 2 - Залежність опроміненості від висоти підвісу блока .

Якщо задана необхідна доза, то швидкість руху електрокоронууючого блоку повинна складати

$$\omega = \frac{\pi \cdot K_0 \cdot h \cdot E_h \cdot D_a}{K \cdot P_{\text{л}} \cdot t \cdot \sqrt{h^2 + D_{\text{п}}^2}}, \text{ с}^{-1}, \quad (3)$$

де K_0 – коефіцієнт, що враховує підвищення опроміненості точки за рахунок відбивача;

h – висота підвісу електрокоронуючого блоку, м;

E_h – опроміненість насіння при комплексній дії ЕМІ, Вт/м²;

D_a – діаметр електрокоронуючого блоку, м;

K – коефіцієнт, що враховує зону опромінення;

$P_{\text{л}}$ – потужність електрокоронуючого блоку, Вт;

Еритемний потік випромінювання $E_{\text{ер}}$, мер/м² визначається за формулою

$$E_{\text{ер}} = \frac{\Phi_{\text{ер}} \cdot N_e \cdot U_e \cdot k_{\text{ф}}}{k_3 \cdot S}, \frac{\text{мер}}{\text{м}^2}, \quad (4)$$

де $\Phi_{\text{ер}}$ – ефективний потік випромінювача, мер;

N_e – число ламп ультрафіолетового опромінювача $N_e=4$;

U_e – коефіцієнт використання еритемного потоку $U_e=0,8$;

$k_{\text{ф}}$ – коефіцієнт форми насіння, рівний 0,5-0,64;

k_3 – коефіцієнт запасу, рівний 1,5...2;

S – площа опромінювальної поверхні, м², $S=0,175$ м².

Графічні залежності швидкості обертання платформи в залежності від висоти підвісу електрокоронуючого блоку показані на рисунку 3.

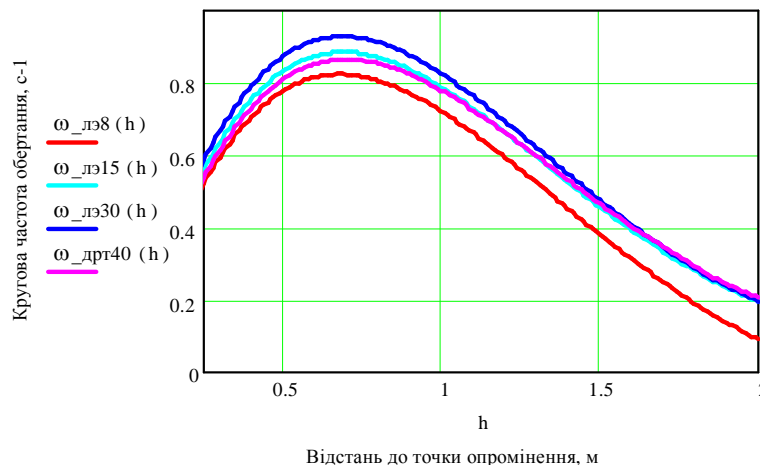


Рисунок 3 - Результат аналізу отриманих залежностей.

Так як швидкість насіння зернових культур по технологічним вимогам до засобів транспортування не повинна перевищувати 1,5 м/с, то згідно отриманих графічних залежностей найбільш раціонально використовувати лампи типу ЛЭ-30, при цьому діаметр платформи повинен бути $D_{\text{п}}=1,2$ м.

Висновок. В результаті дослідження розроблено конструкцію електротехнологічної установки передпосівної обробки насіння зернових культур, обґрунтовано режими роботи: еритемний потік випромінювання - 4102 мер/м²; експозиція опромінення - 1,75-2,19 с; висота підвісу електрокоронуючого блоку – 0,68-0,7 м; кругова частота руху платформи -0,83-0,92 с⁻¹; напруженість електричного поля 0,937 кВ/м; напруженість електричного поля в насінні 0,825 кВ/м.

Список використаних джерел.

1. Синецький В.Г. Передпосівна електромагнітна обробка насіння / В.Г.Синецький, В.І. Бессаратова // Вісник аграрної науки. – К., 1994. – Вип. 7. – С. 96-103.
2. Девятков Н.Д. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н.Д. Девятков. – М. : Радиосвязь, 1991. – 167 с.

УДК 637.023

РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ ДЛЯ НВЧ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ РІДИННИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПРОДУКТІВ

Зайцев Д.Г., 4 курс;
Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено зразок пристрою для використання при знезараженні рідинних сільськогосподарських продуктів (молока) в умовах потокової технологічної лінії.

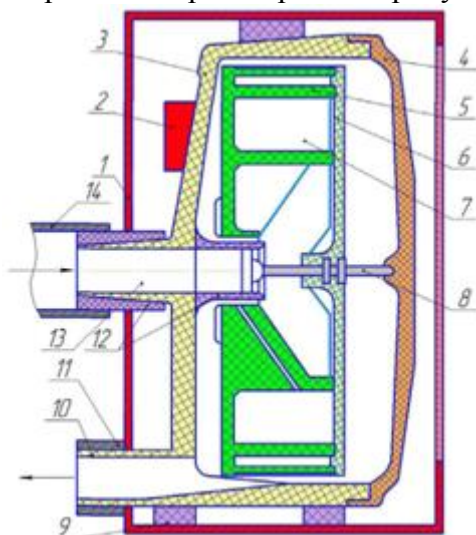
98

Постановка проблеми. Відомо, що достатнє ефективне знезаражування рідких продуктів, наприклад молока, води та інших досягається в електричному полі надвисокої частоти (2,45 ГГц). Для цього можна використовувати проточну діелектричну установку. Основна проблема яку треба вирішити – це підвищення рівномірності розподілу напруженості електричного поля в оброблюваній рідині; до забезпечення проточності рідини, при мінімальних змінах її фізико-хімічних властивостей.

Аналіз останніх досліджень. З літературних джерел [1-3] відомо декілька способів знезараження молока – це наприклад обробка молока ультрафіолетовими променями, ультразвуком, а також іонізуючим або лазерними випромінюваннями або електроімпульсними розрядами. Ці способи знищують спорові та інші форми бактерій, які існують в продукті. При знезараженні молока виникає ряд проблем таких як неможливість використання реагентів, взаємодія молока з пристроями знезараження та інші. Тому пропонується використання знезараження молока в НВЧ полі.

Формулювання цілей статті. Розробка пристрою для знезараження молока в умовах ферми з використання енергії надвисокої частоти.

Основна частина. На рис. 1 представлений загальний вигляд установки для проточної діатермічної обробки рідких продуктів.



- 1 - об'ємний резонатор НВЧ генератора; 2 - джерело електромагнітних випромінювань НВЧ; 3 - фторопластовий корпус 2-ого модуля; 4 - діелектрична кришка корпусу; 5 - діелектричний секційний барабан; 6 - діелектрична кришка барабана; 7 - камери барабана; 8 - вісь барабана; 9 - діелектричні підставки; 10 - патрубок для виводу обробленої рідини; 11 - трубопровід для виводу обробленої рідини; 12 - діелектричні муфти осі барабана; 13 - канал подачі молока; 14 - трубопровід подачі обробленої рідини.

Рисунок 1 - Загальний вид діелектричної установки для знезаражування проточних рідких продуктів.

Установка зібрана з 3 модулів: 1 модуль - НВЧ генератору; 2 - горизонтально розташований циліндричний корпус із кришкою з радіопрозорого матеріалу; 3 - діелектричний барабан. У резонаторній камері 1 із джерелом НВЧ енергії 2 перебуває радіопрозорий циліндричний корпус 3 із кришкою 4. Цей циліндричний корпус 3 розташований горизонтально усередині робочої камери 1, тобто в об'ємному резонаторі 1. Усередині циліндричного корпусу 3 розташований секційний діелектричний барабан 5 із кришкою 6.

У барабані секції утворюють мірні камери 7. Барабан (5, 6) встановлений на осі 8 з можливістю обертання. Вісь 8 кріпиться на внутрішню сторону кришки 4 корпусу 3 і на патрубок, зварений до центра основи циліндричного корпусу 3, із внутрішньої сторони. Корпус 3 кріпиться до робочої камери за допомогою діелектричних підставок 9. До основи корпусу 3 приварений патрубок 10 для виводу обробленої рідини, що з'єднана із трубопроводом 11 всієї технологічної лінії. Для уведення оброблюваної рідини через канал 13 є муфта 12 трубопроводу 14. Все це (12, 13, 14) утворюють вхідний патрубок. Діелектричний барабан (5, 6) усередині складається із двох циліндрів: внутрішнього розподільного й зовнішнього вимірювального із трьома мірними камерами (рис. 2).

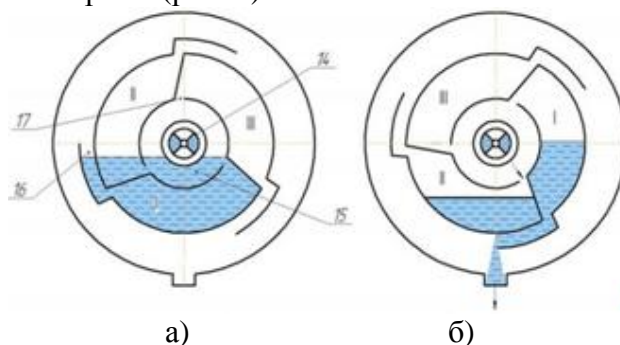


Рисунок 2 - Схема роботи барабана: а) заповнення камери I; б) спорожнювання камери I і початок заповнення камери II; 14 - вхідний патрубок рідини; 15 - внутрішній розподільний циліндр барабана; 16 - канал для рідини; 17 - щілина.

Установка працює таким чином. Відкривають вентиль для подачі у вхідний патрубок оброблювану рідину. Включають НВЧ генератор. Рідкий продукт через вхідний патрубок 14 надходить у внутрішній розподільний циліндр 15 барабана, звідки через щілини попадає в камеру I. Поки заповнюється циліндрична частина камери I, барабан не обертається. У цей час центр ваги системи "барабан – рідина" перебуває на вертикалі, що проходить через вісь барабана. Рівновага системи порушиться в той момент, коли рідина почне заповнювати канал 16 і через щілину 17 камеру II. При цьому центр ваги, переміщуючись уліво, створює обертовий момент, що повертає барабан проти годинникової стрілки. Заповнення камери I припиниться, коли її щілина піднімається над рівнем рідини. При подальшому повороті барабана рідина із цієї камери через канал 16 почне надходити в корпус. Камера II, поступово заповнюючись, переміститься на місце камери I, що у цей час звільняється від рідини. З корпусу рідина зливається в спеціальну ємність і далі насосом перекачується в резервуар. У процесі знаходження рідини усередині барабана, при її перекачуванні через камери, вона піддається впливу електромагнітного поля НВЧ. Залежно від дози впливу рідина нагрівається до необхідної температури й знезаражується.

Висновки.

Висновок. Запропонований пристрій знезараження молока з використанням електромагнітного поля НВЧ енергії на частоті 2,45 ГГц дозволяє проводити цей процес в потокових лініях, тому що, на відміну від інших способів (використання ультразвуку, ультрафіолету або озону) час проходження процесу менший, глибина проникнення електромагнітної хвилі більша та менше витрати питомої потужності.

Список використаних джерел.

1. Хилл К. Применение ультразвука в медицине. Физические основы: Пер. с англ. / Под ред. Хилла К.. – М.: Мир, 1989. -589 с.
2. Савицкас Р.К. Электротехнологии в животноводстве и растениеводстве. Учебное пособие / Савицкас Р.К., Картавцев В.В. - Воронеж.: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 62 с.
3. Рогов И.А. Сверхвысокочастотный нагрев пищевых продуктов /И.А. Рогов, С.В. Некрутман. - М.: Агропромиздат, 1986. - 351 с.
4. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ / Под ред. академика Н.Д. Девяткова. - М.: В. шк., 1970. - 440 с.
5. Бородин И.Ф. Применение СВЧ энергии в сельском хозяйстве / И.Ф. Бородин, Г.А. Шарков, А.Д Горин. М.: ВНИИТЭИ Агропромиздат, 1987. - 55 с.

УДК 664.33: 519.87

РОЗРОБКА УДОСКОНАЛЕНОЇ СХЕМИ УСТАНОВКИ ДЛЯ СУШІННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКА

Савченко О.О., 2 курс;
Вороновський І.Б., к.т.н.;
Зубкова К.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В статті розглядається схема установки для сушіння насіння соняшника.

100

Постановка проблеми. До основних факторів, що впливають на вибір технології належать наявність сировини та її доступність для використання у даному процесі, можливість застосування існуючого обладнання, для досягнення заданих параметрів якості кінцевої продукції, визначення масштабу проекту, його структури, ступеню автоматизації проектного виробництва.

Вимоги до сушіння насіння соняшника визначаються показниками якості продукції, що зберігається. До показників якості відносять: хімічний склад, ознаки свіжості маси, що зберігається, пошкодження насіння в полі при збиранні, шкідники, вологість та засміченість.

При сушінні соняшника активним вентиляванням температура теплоносія не повинна перевищувати 35 – 40 оС та питома подача повітря 400 – 600 м³/год. Інтенсивність подачі повітря залежить від вологості насіння. При значній вологості насіння швидкість потоку повинна бути більша. Це сприяє вологовіддачі насіння.

Аналіз останніх досліджень. На підставі проведеного аналізу літературних джерел встановлено, що в сушарках різних типів не рекомендовано сушити соняшник, із – за значного обрушення при проходженні крізь сушарку та при сушінні в них не забезпечується достатня рівномірність нагрівання насіння, внаслідок чого знижується їх схожість.

При сушінні активним вентиляванням нерухомий товстий шар зерна пронизує повітряний потік. Якщо в зерносушарках безперервної дії зерно висихає одночасно по всій товщині шару, то процес сушіння при активному вентиляванні носить інший характер. У зерновому шарі утворюється зона сушіння, яка переміщується в напрямку руху повітряного потоку. Протяжність та швидкість переміщення в зоні сушіння залежать від вологості зерна, питомої витрати і стану повітря. При постійній вологопоглинальній властивості вихідного повітря найінтенсивніше висихає шар зерна, до якого підводиться повітря.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є розробка схеми установки для сушіння насіння соняшника.

Основна частина. Процес сушіння вологих матеріалів складається з перетворення вологи, що міститься в матеріалі, в пароподібний стан та виводі її в навколишнє середовище від об'єкту сушіння.

В камерах періодичної дії при проведенні процесу сушіння нагріте вологе повітря викидається в атмосферу. В свою чергу з атмосфери забирається свіже холодне повітря. Це повітря необхідно нагріти до температури сушильного агента в камері, що пов'язано з великими витратами теплової енергії, особливо в зимовий період. Зменшити втрати тепла пов'язані з викидом відпрацьованого повітря можна за рахунок встановлення рекуперативного теплообмінника, а пом'якшити режими за рахунок повернення використаного повітря в процес, що було враховано при розробці удосконаленої схеми установки для сушіння соняшника, яка представлена на рис.1.

Для економії теплової енергії, застосовують рекуперативні теплообмінники. Рекуперативний теплообмінник – це апарат, в якому теплообміні потоки розділені поверхнею теплообмінника.

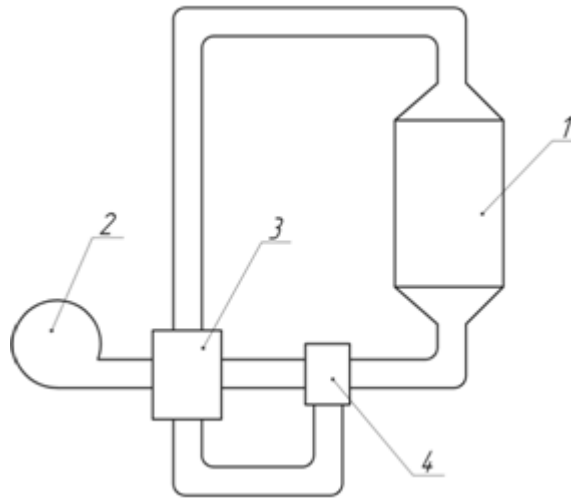


Рис.1 - Удосконалена схема установки для сушіння соняшника: 1 – сушильна камера, 2 – вентилятор, 3 - рекуперативний теплообмінник, 4 – електронагрівач.

Застосування рекуперативних теплообмінників дозволяє уникнути конденсації вологи з повітря в сушильній камері, при потраплянні в камеру свіжого холодного повітря (в зимовий період), а також зменшує витрати тепла з викиданням відпрацьованого вологого повітря на 5...10%.

За конструкцією рекуперативні теплообмінники бувають трубчаті, пластинчато-ребристі та матричні. В сушильних камерах в основному застосовують пластинчато-ребристі рекуперативні теплообмінники.

Конструктивно теплообмінник представляє собою теплоізолюючий корпус, в якому особливим чином розташовані алюмінієві пластини з ребрами і боковими проставками.

В теплообміннику нагрівання свіжого холодного повітря відбувається за рахунок охолодження відпрацьованого гарячого повітря, таким чином, в камеру поступає вже попередньо нагріте повітря.

Рекуперативний теплообмінник конструктивно виконаний перехресно-точним, завдяки чому досягається добрий тепловий контакт між потоками гарячого та холодного повітря.

Корпус теплообмінника має вхідний та вихідний отвори, через які теплообмінник з'єднаний з сушильною камерою та витяжним вентилятором [3].

Загальна кількість теплоти, що витрачається на сушіння матеріалу, визначається з теплового балансу

$$Q = Q_B + Q_M + Q_H, \quad (1)$$

де $Q_B = G_B(r + c_B T_n)$ - кількість теплоти, що витрачається на випарювання вологи, кДж,

$Q_M = G_2 c_M (T_k - T_n)$ - кількість теплоти, що витрачається на нагрівання продукту, кДж,

$Q_H = \frac{(Q_B - Q_M)\xi}{100}$ - витрати теплоти в навколишнє середовище, кДж.

Графічно визначаємо питомі витрати повітря та питомі витрати теплоти. Розташування точки на площі визначається перетином двох ліній.

Для сушіння соняшника без втрат товарних якостей та особливо посівних такі режими не є сприятливими. Температуру повітря на вході в сушарку можна понизити в процесі сушіння з поверненням частини відпрацьованого повітря. Такий варіант процесу можна здійснити в сушарці регулюючи повітряні потоки за допомогою шиберів. У калорифер тепер подається не свіже повітря з параметрами h_0 , d_0 і т.д., а суміш, утворена з однієї частини свіжого повітря і відпрацьованих частин.

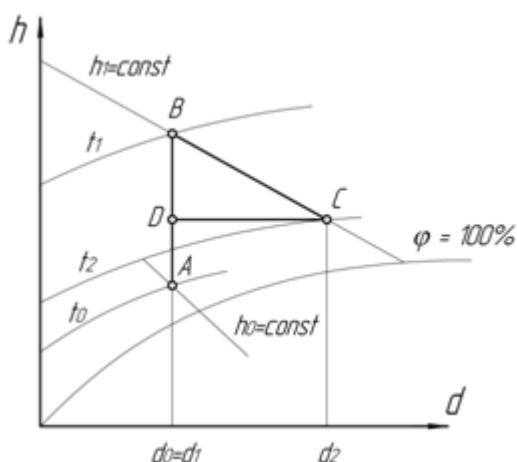


Рис.2 - Нормальний сушильний процес на h-d-діаграмі

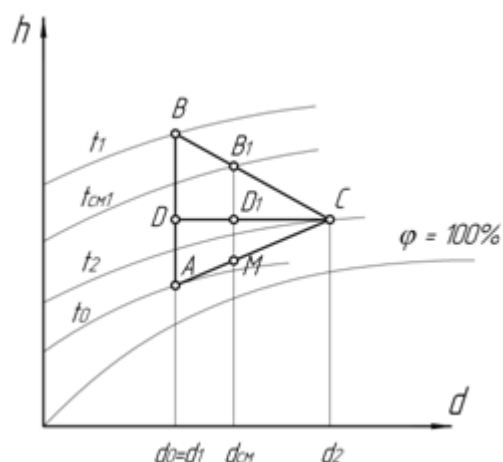


Рис. 3 - Сушильний процес з рециркуляцією на h-d-діаграмі

Висновки. Зм'якшення режиму сушіння можна домогтися за рахунок підведення теплоти в сушильну камеру чи в сушарку з проміжним підгрівом повітря при переході його з камери в камеру. Подібно процесу з рециркуляцією в цих процесах питома витрата повітря і питома витрата теплоти такі ж, як і в основному процесі, побудованої на тих же початкових і кінцевих параметрах.

У порівнянні з основним процесом у процесі з рециркуляцією питома витрата повітря більше, а питома витрати теплоти в калорифері однакові. Отже, у процесі з поверненням відпрацьованої частини повітря не можна домогтися економії енергії, але можна зм'якшити режим сушіння.

Список використаних джерел.

1. Горбатюк В.И. Процессы и аппараты пищевых производств / В.И. Горбатюк – Колос, 1999. – 335 с.
2. Ковальская Л.П. Технологии пищевых производств. / Л.П. Ковальская, А.П. Нечаев, В.И. Горбатюк. – М.: Колос, 1997. – 752 с.
3. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, А.В. Королев. – М.: Агропромиздат, 1981. – 462 с.
4. Осокіна Н.М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва/ Н.М. Осокіна, Г.С. Гайдай. - Умань. 2005. – 250 с.
5. Дацишин О.В. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції / О.В. Дацишин, О.В. Гвоздев, Ф.Ю. Ялпачик. – Київ.: Мета, 2003 – 476.
6. Скрипников Ю.Г. Технологія переробки плодів і ягід / Ю.Г. Скрипников. – Київ.: «Урожай», 1991 – 235 с.
7. Жидко В.И. Лабораторный практикум по зерносушению./ В.И. Жидко., В.И. Атаназевич. -Москва. «Колос»,1983. – 320 с.

УДК 628.97

ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ СТОКІВ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ЗРОШЕННЯ ПОЛІВ

Давидченко Н.В., 4 курс;

Чумак В.О., інженер.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Розглянуто загальні методи очищення стоків тваринницьких комплексів та запропоновано технологію їх обробки з метою використання для зрошення сільськогосподарських угідь.*

103

Постановка проблеми. В процесі функціонування та розвитку різних галузей сільського господарства, постійно підвищується використання водних ресурсів для задоволення потреб виробництва. У таких умовах постійного збільшення водоспоживання і підвищення забруднення природних водойм великої актуальності набуло питання ефективного очищення стічних вод, а також їх повторного використання у сільському господарстві.

Природні запаси прісної води обмежені і не можуть повністю задовольняти усі потреби аграрних галузей. До того ж у воді поверхневих водойм разом з домішками природного походження є різні за складом забруднення (пестициди, феноли, нафтопродукти, солі важких металів та інше), що обумовлене скиданням у водойми недостатньо очищених виробничих і побутових стічних вод [1].

На сьогодні технології, які використовуються для очищення, наприклад, тваринницьких стоків, далеко не завжди забезпечують необхідний ступінь обробки та якісних фізико-хімічних показників. Особливе значення це має при повторному використанні стоків для зрошення полів. Ступінь очищення та хімічний склад поливних вод дуже впливає на подальший ріст та розвиток сільськогосподарських культур. Тому дуже важливим є впровадження та будівництво нових систем водопостачання та водовідведення, розширення й реконструкція наявних. Ці заходи лише один із кроків до вирішення актуальних проблем раціонального використання водних ресурсів та захисту навколишнього середовища [2].

Аналіз останніх досліджень. На сьогодні розроблено масу технологій очищення стоків, які знаходять застосування в багатьох сферах сільського господарства. Дослідження спрямовані на пошук найбільш ефективного очищення, засновані на різних методах. Основними з них є: механічні, біологічні, хімічні та фізичні. Вибір методу залежить від ступеня забрудненості стоків, наявності шкідливих речовин, необхідності дезінфекції. У процесі очищення стічних вод виникає потреба у поєднанні кількох методів для підвищення ефективності очищення. Такі методи називаються комбінованими. Сутність комбінованого методу очищення стічних вод полягає в одночасному використанні двох або більше методів очищення для досягнення найбільш ефективного результату [3].

У літературних джерелах описуються дослідження зразків забруднених тваринницьких стоків після розділення їх на рідку і тверду фракції. Обробці піддавали рідку фракцію до складу якої входили різноманітні мінеральні домішки, аміачний та органічний азот, фосфор, калій (K₂O), кальцій, магній, натрій, хлор та сульфати. Для їх обробки використовувалися спеціальні пристрої, робота яких була заснована на фізичних та фізико-хімічних методах очищення, таких як: ультразвукове випромінювання, магнітне поле, високочастотне випромінювання, електрогідралічний ефект, методи коагуляції та електролізу. Кількість клітин у контрольних зразках складала 120·10⁵ кл/мл. Вимірювання концентрації шкідливих мікроорганізмів проводилося на протязі 24 годин після дії. Дослідами було встановлено, що використані методи очищення хоч і впливають на концентрацію шкідливих речовин, але не здатні повною мірою забезпечити загибель клітин в оброблюваних обсягах стічних вод [3,4].

Були проведені дослідження впливу потужних імпульсів струму на виживання мікроорганізмів і встановлено, що значні рівні імпульсів струму сприяють повній загибелі клітин.

Прямий вплив розряду згубно діє на мікроорганізми, і рідина, отримана після відповідної електрогідравлічної обробки, здобуває наведену бактерицидність, що не знижується з часом. При цьому, як правило, повністю руйнуються бактеріальні клітини і навіть окремі їхні фрагменти. При відповідному режимі обробки може бути зруйнована кожна зі складових клітинної структури. Але дана обробка потребує значних витрат на обладнання та підтримання його функціонування, а також використання значної потужності [5].

Найефективнішим методом очищення стоків залишається все ж комбінований, який передбачає поєднання декількох методів обробки, де кожна стадія відповідає за певний тип домішок у речовині.

Мета статті. На основі вивчених матеріалів, необхідно проаналізувати існуючі методи та запропонувати технологію обробки тваринницьких стоків враховуючи показники, які впливають на розвиток сільськогосподарських культур при подальшому їх зрошенні.

Основні матеріали дослідження. Технології, які застосовуються на великих тваринницьких комплексах, призводять до створення значних обсягів висококонцентрованих стічних вод. Особливо це стосується методу рідкого збирання гною, і в першу чергу – гідрозмив. Відомо, що очищення даних стоків викликає значні труднощі.

Проблеми виникаючі при очищенні стічних вод можна розділити на дві групи: технічні й технологічні. До технічних належать проблеми пов'язані з роботою устаткування в досить тяжких умовах. Сюди можна віднести такі операції як перекачування стоків, перемішування опосередкованих ємностей, організація рециркуляційних потоків, зневоднювання осаду і т.д. Щодо технологічних проблем, тут питання постає у виборі методів очищення та оптимального їх поєднання між собою. Дана група проблем може бути вирішена за рахунок застосування сучасного устаткування та новітніх технологій очищення стічних вод [6,7].

Технологічна система, яка розглядається, відноситься до сільського господарства і використовується для очищення стоків тваринницьких комплексів або ферм, а також готування добрив із твердої фракції. Вона включає комплексне використання різних методів очищення стічних вод, в тому числі і електрофізичних. Завданням даної технологічної системи є повне очищення стоків за найбільш ефективною технологією, а також використання очищеної води в оборотному водопостачанні тваринницького комплексу. У результаті використання даної технологічної схеми, витрата води на фермі значною мірою скорочується. Обсяг ємкостей для обробки стоків також зменшується у зв'язку з поділом на фракції вихідних стоків. Аеротенки та використання хімічних реагентів виключаються повністю [8].

Технологічна схема (рис. 1) складається з: системи видалення стоків з тваринницького комплексу; накопичувача стоків(2); установки розділення твердої та рідкої фракції (3); транспортера для видалення твердої фракції (4); мулових майданчиків (6), де після аеробної ферментації та підсушування, органічна маса швидко перегниває і використовується як добрива. Рідка фракція надходить до первинного (7), а далі до вторинного відстійника (8). Далі стоки проходять через фільтр попереднього очищення (9), піддаються очищенню в електрокоагуляторі (10) та фільтрі освітлення (11), а далі потрапляє до водопостачальної системи зрошення сільськогосподарських угідь(12) [9].

Принцип функціонування системи.

Стоки з тваринницького комплексу самопливом надходять у накопичувальну ємність, в якій передбачено постійне перемішування стоків. Звідти насосом накачуються до сепаратора розділення рідких та твердих відходів. Тверда фракція скидається на транспортер. За допомогою інших мобільних засобів формуються бурти, з яких відходи потрапляють на мулові майданчики. Там тверда речовина підсушується та перегниває. Тверду фракцію можна змішати й з іншими органічними наповнювачами (ошурки, солома, торф) до досягнення вологості суміші 45-70 %. З метою швидкого готування добрив (за 6 – 7 днів) бурт насичують киснем повітря за допомогою вентилятора й системи повітровідводів. Рідка фракція з установки розділення накопичується потрапляє до первинного відстійника, в якому виділяється осад разом з піском. Потім стоки насосом накачуються до вторинного відстійника, в якому процес осідання забруднюючих частин інтенсифікується за допомогою електромагнітного

поля. Фільтр попереднього очищення видаляє залишки твердих нерозчинених речовин. Стоки проходять очищення через електрокоагулятор, в якому виділяються колоїдні та дрібнодисперсні речовини, а також розчинені у воді гази (азот, аміак), а потім остаточно освітлюється за допомогою відповідного фільтра. Далі очищена вода надходить до системи зрошення полів та може використовуватись для поливу різноманітних сільськогосподарських культур [10].

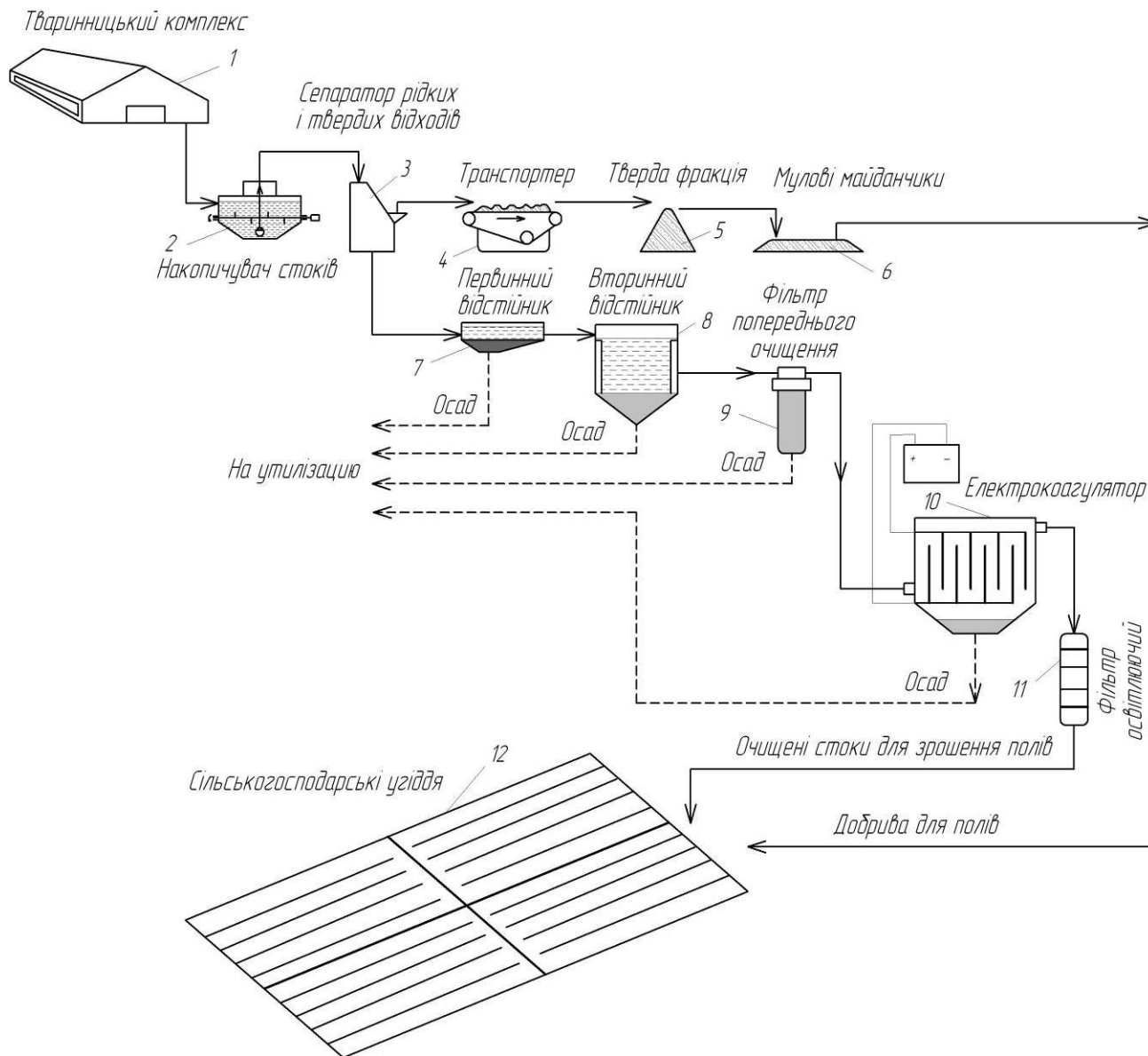


Рисунок 1 – Структурна схема технологічного процесу очищення тваринницьких стоків для подальшого використання у зрошенні сільськогосподарських угідь.

Висновок. Проаналізовані джерела описують різноманітні технології очищення тваринницьких стоків та подальшого їх використання для зрошення сільськогосподарських угідь. Найбільшої ефективності набули комбіновані методи очищення стічних вод. Вони дозволяють скоротити затрати на складне обладнання та підвищити економічну ефективність їх використання, разом з цим значно підвищити якість оброблюваних стоків.

Описана технологічна система задовольняє основні вимоги очищення стоків та якості зрошення полів. Крім цього вона передбачає виготовлення добрив із твердої фракції для обробки сільськогосподарських угідь. Вона включає комплексне використання різних методів очищення стічних вод, в тому числі і електрофізичних. Завданням даної технологічної системи є повне очищення стоків за найбільш ефективною технологією, а також використання очищеної води в оборотному водопостачанні тваринницького комплексу. У результаті вико-

ристання даної технологічної схеми, витрата води на фермі значною мірою скорочується, а обсяг ємкостей для обробки стоків зменшується. Аеротенки та використання хімічних методів повністю виключається з технології.

Список використаних джерел

1. Алексеев Е.В. Физико-химическая очистка сточных вод / Е.В. Алексеев – М.: АСВ, 2007. – 248 с.
2. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов/Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.
3. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник/А.К. Запольський – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.: іл.
4. Колобанов С.К. Проектирование очистных сооружений канализации / С.К. Колобанов, А.В. Ершов, М.Е. Кигель – Киев, «Будівельник», 1977. – 224 с.
5. Апельцина Е.И. Электрохимические методы и технологии очистки природных и сточных вод / Е.И. Апельцина – М.: ЦИНИС. ГОССТРОЙ СССР, 1971. – 420 с.
6. Арчакова Г.А. Водоотведение и очистка сточных вод / Г.А. Арчакова – Минск, «Наука и техника», 1969. – 218 с.
7. Кульский Л.А. Основы физико-химических методов обработки воды /Л.А. Кульский – М.: Издательство Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1982. – 220 с.
8. Грановский М.Г. Электрообработка жидкостей / М.Г. Грановский, И.С. Лавров, О.В. Смирнов – Л.: Химия, 1976. – 216 с.
9. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности / Л.А. Юткин – Л.: Машиностроение, 1986. – 253 с., ил.
10. Пичугина М.Т. Мощная импульсная энергетика / М.Т. Пичугина – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 98 с.



Електромеханічні системи в АПК

УДК 621.312/313.001.5

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ

Антоненко В.В., 3 курс;

Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

В статті проведено аналіз існуючих методів та способів проведення лабораторних та експериментальних досліджень та обґрунтовано можливість застосування імітаційного моделювання електромеханічних систем на основі використання програми MatLab/ Simulink.

Постановка проблеми. При підготовці сучасних інженерів в області електроприводу особливого значення набувають навички роботи з ПК і знання ними новітніх засобів експериментальних досліджень. На сьогодні підготовка грамотних фахівців неможлива без застосування нових форм навчання з використанням комп'ютерних технологій, що базуються на сучасних прикладних програмних продуктах.

Володіння теорією електричних машин є високою складовою професійної підготовки фахівця з електричних машин і систем електроприводів. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють якісно змінити і істотно поліпшити технологію вивчення електричних машин, перевести її у віртуальну дійсність, здійснити в цій віртуальній лабораторії дослідження статичних і динамічних режимів роботи електричних машин, їх механічних характеристик, умов пуску і техніко-економічних показників з отриманням кількісних результатів.

Аналіз останніх досліджень. Для грамотного використання комп'ютерних технологій при дослідженні електричних машин необхідно добре знати і розуміти фізичні процеси, що протікають в електричних машинах; знати рівняння, що описують роботу електричної машини; уміти розрахувати параметри для побудови математичних моделей. Використання комп'ютерних технологій дозволить розширити круг і глибину питань, що вивчаються, провести безліч експериментів з використанням віртуальних електричних машин, що благотворно позначиться на рівні підготовки фахівців. Нині широке поширення отримали комп'ютерне моделювання і аналіз схем електронних пристроїв з використанням таких програм, як Electronics Workbench, DesignLab, APLAC, PSpice, MicroLogic, LabVIEW, NI Multisim, Proteus, MATLAB та ін.

Мета роботи. Аналіз можливості вивчення, проектування і дослідження елементів автоматизованого електроприводу постійного і змінного струму і електроприводів в цілому із застосуванням різних програмних пакетів для моделювання.

Основні матеріали дослідження. Форми застосування інформаційних технологій в навчанні залежать від специфіки конкретної дисципліни чи технологічного завдання, а також від рівня технічної і програмної підтримки курсу.

Одним з видів програмних засобів, використовуваних при підготовці інженерних кадрів по різних спеціальностях являються імітаційно-моделюючі програмні засоби. Під віртуальною лабораторією ми розуміємо комплекс програм або програмно-апаратний засіб, а також набір документація по їх використанню, що дозволяє проводити експеримент повністю або частково на математичній моделі

У цій роботі розглянуто можливість розробки і створення віртуальної лабораторної роботи для вивчення асинхронних двигунів з короткозамкненим і фазним роторами і досліджувати в них перехідних процеси, пускові властивості, природні і штучні механічні, а також робочі характеристики. Поставлене завдання реалізоване в наочному і ефективному засобі візуального програмування моделей - пакеті Simulink програми MATLAB і служить для імітаційного моделювання моделей, що складаються з графічних блоків із заданими властивостями (параметрами). До складу моделей можуть включатися джерела сигналів різного виду, віртуальні прилади реєстрації, графічні засоби анімації. Запуск імітації забезпечує мате-

матичне моделювання побудованої моделі з наочним візуальним представленням результатів. Пакет заснований на побудові блокових схем шляхом перенесення блоків з бібліотеки компонентів, у вікно редагування створеної користувачем моделі. Потім модель запускається на виконання. При цьому можливі різні варіанти моделювання : в тимчасовій області, в частотній області і т. д.

Віртуальні лабораторні роботи, що розробляються, набагато перевершуватимуть по технічних і економічних можливостях реальну фізичну лабораторну установку. У створених віртуальних лабораторних роботах матиме місце щонайширший спектр можливостей по дослідженню асинхронної машини в різних режимах роботи, що в реальній лабораторії вимагає великих фінансових витрат через дорожнечу необхідного устаткування.

У отриманих віртуальних лабораторних роботах з'явиться можливість дослідження перехідних процесів в асинхронному двигуні, зняття робочих і штучних механічних характеристик при різних значеннях додаткового опору в ланцюзі ротора, напруги і частоти живлячої мережі.

Великим плюсом лабораторних робіт, що розробляються, є те, що віртуальну лабораторію можна використати в дистанційному навчанні студентів і в різних учбових закладах, де немає можливості попрацювати в реальній лабораторії. Єдине, що потрібне для роботи віртуальної лабораторії, це наявність персонального комп'ютера, який у наш час є загальнодоступним і є в кожному учбовому закладі.

Поєднання віртуальної і реальної дійсності примушує студентів широко застосовувати довідкову і наукову літературу, привчає самостійно мислити і приймати рішення, стимулює до самоосвіти і дозволяє розкрити їх творчі можливості. [1] Моделювання електронних пристроїв в комп'ютерному класі або удома і візуалізація результатів у вигляді осцилограм, графіків, характеристик, показань віртуальних приладів сприяє кращому розумінню принципів функціонування реальних схем управління і контролю технологічними процесами виробництва. Експерименти на моделях доповнюють і розширюють реальні фізичні експерименти, оскільки дозволяють досліджувати аварійні режими, неприпустимі при натурних випробуваннях пристроїв, уповільнити або прискорити розвиток електромагнітних процесів в електричних пристроях, що дозволяє більш глибоко засвоїти їх сутність. [2] Слід зазначити економічну ефективність застосування імітаційно-моделюючих програмних засобів.

Робота у віртуальній лабораторії дозволяє без великих матеріальних витрат довести до кінця будь-які рішення, вибрати оптимальний шлях, а вже потім втілювати його в життя.

Висновок. Таким чином, додаток Simulink є свого роду «віртуальною лабораторією», що дозволяє збирати та досліджувати роботи, що могли бути виконані тільки при експериментальному дослідженні реальних схем і пристроїв. Цей спосіб має ряд істотних недоліків : необхідно мати в розпорядженні відповідне вимірювальне устаткування і натурні; погрішності вимірювальних приладів можуть бути досить великі; для дослідження потрібні істотні матеріальні і тимчасові витрати. Моделювання електричних схем на ПК позбавлене цих недоліків. Нині існує досить багато комп'ютерних програм для моделювання електричних схем. Для різного круга завдань слід використати різні пакети програм.

Список використаних джерел.

1. Антипов О.Е. Архитектура виртуальной компьютерной лаборатории для подготовки специалистов в области информационных технологий / О.Е. Антипов, М.А. Белов, Н.А. Токарева // Компьютерные инструменты в образовании №4, 2011. – Режим доступа: <http://ipo.spb.ru/journal/index.php?magazines/2011/4/e/>
2. Климов В.Г. Управление качеством подготовки конкурентоспособных специалистов профессионального образования в условиях информационного общества. Проблемы качества, безопасности и диагностики и в условиях информационного общества: Материалы научно-практической конференции / под ред. В.Г. Домрачева, С.У. Увайсова. – М.: МИЭМ, 2005, 462 с., с 232–236.

УДК 621.313.333.07

АНАЛІЗ ПУСКОВИХ РЕЖИМІВ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА НА БАЗІ АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

Шейко Д.О., 3 курс;

Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Описаний трифазний асинхронний двигун з короткозамкненим ротором моделлю, зручною для аналізу змін його енергетичних показників при різних значеннях всіх показників якості напруги живлення.

110

Постановка задачі. У наш час автономні джерела електроенергії (АДЕ) стають все більш популярними при вирішенні питань електропостачання побутових і промислових споживачів. АДЕ повинні відповідати цілому ряду вимог: економічність, надійність, великий термін служби, простота і зручність експлуатації, малі маса і габарити [1]. У зв'язку з цим перспективною виглядає заміна традиційно використовуваних в автономних електростанціях синхронних генераторів на асинхронні [2]. Так як вони мають ряд переваг - це простота конструкції, висока експлуатаційна надійність та технологія виготовлення [3].

Аналіз останніх досліджень. Відомо кілька підходів, які дозволяють врахувати параметри живлячої напруги при моделюванні процесів в електромеханічних системах [4]. Так при несинусоїдальній нарузі живлення в класичному варіанті виконується його спектральний аналіз, потім необхідні рівняння записуються для кожної гармоніки з урахуванням її амплітуди і фази. Ці рівняння вирішуються аналітично або чисельно, а шукана величина знаходиться як геометрична сума всіх гармонійних складових. У разі не симетрії напруги живлення використовується метод симетричних складових. Недоліком такого підходу є суттєве ускладнення системи рівнянь, що описують об'єкт [4].

Мета роботи. Дослідження перехідних процесів при пуску асинхронних двигунів від енергоустановок обмеженою потужності на базі асинхронного генератора з ємнісним збудженням.

Основні матеріали дослідження. Як показує дослід на основі сучасної науково-технічної літератури, що у разі несинусоїдального живлення необхідно визначати симетричні складові для кожної урахованої гармоніки. Тоді, у випадку, якщо останніх буде, наприклад, 10 при несиметричному живленні, для кожного базового рівняння, що описує систему, потрібно скласти вже 30 рівнянь. Для спрощення їх запису, пропонується використовувати диференціальні рівняння, записані щодо просторово-часових комплексів (ПЧК). Просторово-часовий комплекс, т.зв. узагальнений вектор, для будь якої величини змінюється Y розраховується наступним чином

$$Y = \frac{2}{3} (Y_a + \alpha Y_b + \alpha^2 Y_c) \quad (1)$$

де Y_a, Y_b, Y_c - значення розглянутої величини за фазами.

Проекції цього комплексу на осі фаз відповідають зазначеним значенням. Записані щодо ПЧК рівняння Парка-Горєва [3], які є основою відомих моделей АД, мають вигляд:

$$U_1 = I_1 R_1 + I_0 R_0 + \frac{d\psi_2}{dt} \quad (2)$$

$$0 = I_2 R_2 + I_0 R_0 + \frac{d\psi_1}{dt} + j\omega_m \psi_2 \quad (3)$$

де U_1 - ПВК напруги статора;

I_1, I_2, I_0 - ПЧК струмів статора, ротора, і струму намагнічування;

Y_1, Y_2 - ПЧК потокозчеплення статора і ротора;

ω_m - кутова швидкість обертання АД;

R_1, R_2 - активні опори статора і ротора.

Структурна схема об'єкта моделювання, відображаються рівняння (2), (3), представлена на рис. 1.

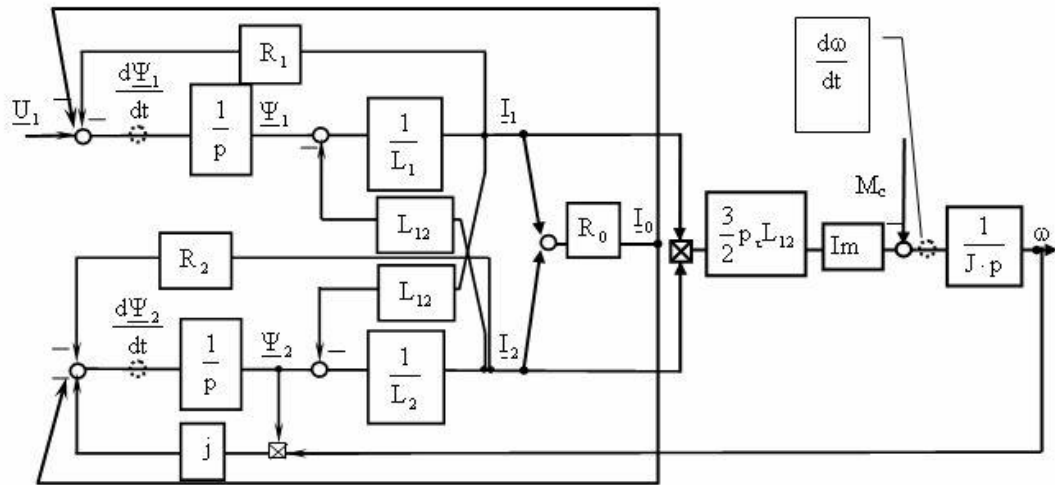


Рисунок 1 - Структурна схема асинхронного двигуна як об'єкта моделювання.

Використання просторово-часових комплексів характерно для багатьох моделей. Так як в них враховуються миттєві значення токів і напруг, відпадає необхідність спектрального аналізу і запису рівнянь для кожної гармоніки. Крім того, оскільки такі рівняння фактично є згорнутим записом всіх трьох фаз, в них враховується можлива несиметрія живлячої напруги. Розглянута система є, фактично, універсальною моделлю, що дозволяє аналізувати процеси як в сталих, так і в перехідних режимах (пуск, вибіг, зміна навантаження). Аналітичне рішення системи рівнянь (2), (3) утруднене і пов'язане з низкою істотних в них припущень. У таких випадках вдаються до відомих чисельних методів, суть яких зводиться до подання нескінченно малих прирощень шуканої функції деякими кінцевими прирощами (метод Ейлера) та поданням рівнянь у формі Коші [6]. Змінними стану модельованого об'єкта в розглянутому випадку є швидкість асинхронного двигуна, а також просторово-тимчасові комплекси поточкозчеплення статора і ротора.

Програмна реалізація такої моделі АД, роботи в умовах неякісного споживання, випробувана шляхом опису процесу пуску, накинув навантаження і сталого режиму двигунів типу МТКН 112-6 потужністю 5,3 кВт, характеризується наступними значеннями: $U_{1H}=310$ В, $n_{ном} = 875$ об / хв, $J = 0,08$ кг \times м², $R_1 = 1,61$ Ом, $R_2 = 2,19$ Ом, $R_0 = 6,2$ Ом, $L_{1s} = 0,00362$ Гн, $L_{2s} = 0,00365$ Гн, $L_{12} = 0,294$ Гн. В якості споживання, в першому випадку, використано відповідні показники якості, по суті ідеальне, трифазна напруга, у другому несиметричне несинусоїдальне, відповідають реальному, показники якого подані в таблиці 1. Годографи ПЧК зазначених напруг представлені на рис. 2., з яких видно, що несиметричне споживання обумовлюючи еліптичну форму годографа, а несинусоїдальність, спотворює його форму.

Нижче наведено отримані графіки основних координат двигуна (рис. 3). Наявність гармонійних складових АД призводить, як видно, до виникнення пульсацій моменту. Миттєві значення струмів статора і ротора мають форму, представлену на рис. 4, а годограф моменту асинхронного двигуна протягом одного обороту має вигляд, показаний на рис. 5.

Аналіз отриманих енергетичних показників роботи АД, представлених у таблиці 2, підтверджується, що неякісність живлячої напруги не зумовлює зростання всіх видів втрат, і відповідного, зниження ККД і коефіцієнта потужності двигуна. При цьому зростання «гріючих» втрат від неякісної напруги живлення, яка визначається, як відомо, станом двигуна і характером навантаження, в роботі не розглядався.

Таблиця 1 - Показники якості живильного напруги

Відхилення напруги по фазі, %	A	11,2
	B	18,8
	C	1
Коефіцієнти гармонійних складових, %	2	5,8
	3	0,83
	4	1,69
	5	0,03
	6	2,78
	7	0,03
	8	0,08
	9	0,23
	10	0,04

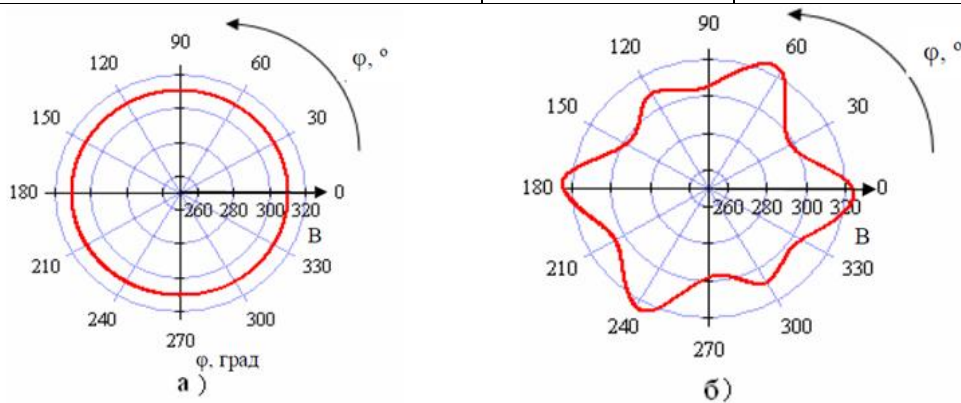


Рисунок 2 - годографи просторово-часових комплексів напруги, відповідного показника якості (а) несиметричної і несинусоїдальної напруги (б).

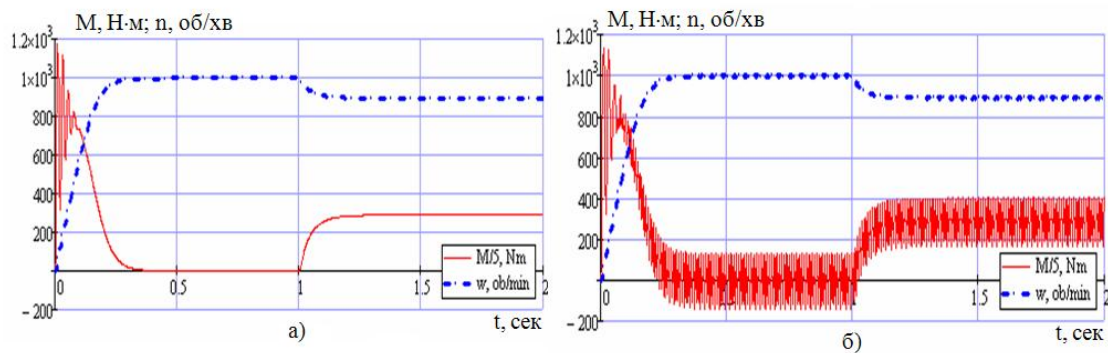


Рисунок 3 - Момент та швидкість АД при пуску і набірванні навантаження при ідеальній (а) і несиметричній несинусоїдальній (б) напрузі.

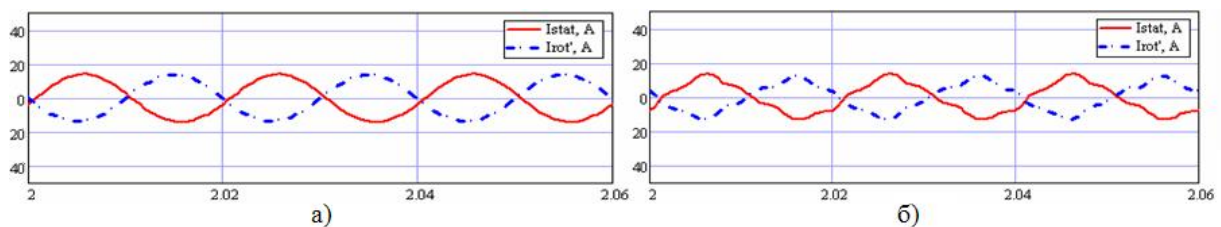


Рисунок 4 – Струми статора і ротора при ідеальному (а) і неякісному (б) живленні у встановленому режимі.

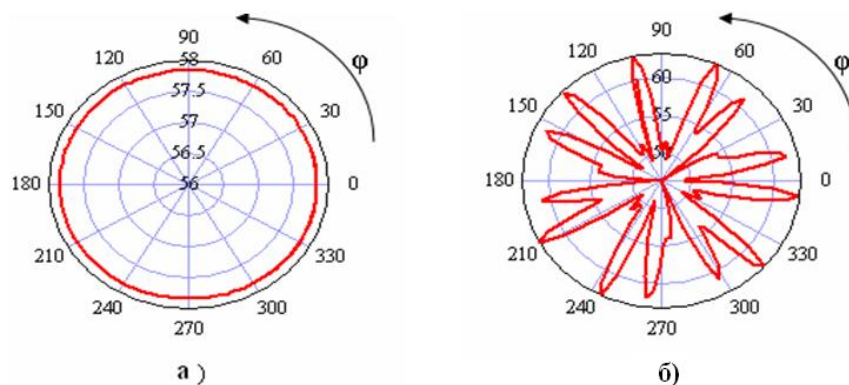


Рисунок 5 - Годограф моменту АД при ідеальному(а) і неякісному (б) живленні в сталому режимі.

Таблиця 2 - Енергетичні показники артеріального тиску при його неякісному споживанні

Показники	Од.	Синусоїдальне споживання	Споживання несинусоїдальне, несиметричне
Електричні втрати в статорі	Вт.	491,3	4983
Електричні втрати в роторі	Вт.	652,2	661.5
Втрати в сталі	Вт.	89,2	90
Сумарні втрати	Вт.	1235	1250
КПД	%	81,4	81,2
Коефіцієнт потужності	в.о.	0,98	0,9

Висновок. Розглянута універсальна модель асинхронного двигуна дозволяє аналізувати статичні і динамічні процеси в електромеханічній системі при несинусоїдальному несиметричному живленні статора. Вона дає можливість дослідити як усталені, так і перехідні режими асинхронного двигуна. Несиметричне і несинусоїдальне живлення АД призводить до появи пульсацій струмів статора і ротора, а також моменту, що розвивається двигуном. В результаті погіршуються енергетичні показники його роботи.

Список використаних джерел.

1. Іванов-Смоленський А.В. Електричні машини. - М.: Енергія, 1980. - 928 с.
2. Колб А.А. Теорія електропривода: Навчальний посібник/ А.А. Колб, А.А. Колб. - Дніпропетровськ, НГУ, 2006. - 511 с.
3. Качан Ю.Г. Моделі функціонування асинхронного двигуна в умовах неякісного харчування / Ю.Г.Качан, А.В.Ніколенко, В.В.Кузнецов // Гірнична електромеханіка та автоматика: науково-технічний збірник. - Вип. 81. - Дніпропетровськ. - 2008. - С.51-54.
4. Безсонов Л.А. Теоретичні основи електротехніки/ Л.А. Безсонов. - М.: Вища школа, 1973. - 528 с.
5. Башарин А.В. Приклади розрахунку автоматизованого електроприводу на ЕОМ: Навчальний посібник для вузів. - 3-е изд/ А.В.Башарин, Ю.В.Постников. - Л.: ЕнергоАтомиздат, Ленінградське отд-ня, 1990. - 392 с.

УДК 658.011.56

ВИЗНАЧЕННЯ ВИДУ РОЗПОДІЛЕННЯ ПИТОМИХ ВИТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА БОРОШНОМЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Саржан С.В., магістрант;
Карпова О.П., к.т.н.,
Постнікова М.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Визначений вид розподілення питомих витрат електроенергії на борошномельних підприємствах.

114

Постановка проблеми. Реалізації програми енергозбереження у сільськогосподарському виробництві приділяється велика увага. Один із шляхів енергозбереження при помелу зерна на млинах – розробка науково-обґрунтованих питомих норм витрати електроенергії, впровадження яких дозволить економити 8-10% електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. Математично-статистичний метод нормування електроенергії [1, 2] дозволяє науково обґрунтувати реальність і точність запропонованої норми, дати імовірну оцінку можливих відхилень величини питомих витрат електроенергії. Питомі витрати електроенергії можна вважати випадковою змінною величиною, так як вона залежить від багатьох основних та побічних імовірно-випадкових факторів. Правильно оцінити вплив випадковостей можна, якщо використовувати теорію імовірності і математичну статистику [3].

Мета статті. Визначити вид розподілення питомих витрат електроенергії на борошномельних підприємствах.

Основні матеріали дослідження. Одним з важливих етапів математично-статистичного методу є визначення виду розподілу питомих витрат електроенергії. На основі аналізу факторів, які формують питомі витрати електроенергії, попередньо обирають певний закон його розподілу. Наприклад, питомі витрати електроенергії, які представлені як результат впливу суми великої кількості незалежно діючих випадкових факторів, для багатьох технологічних процесів розподіляється за нормальним законом [1].

При нормальному розподілі щільність імовірності питомих витрат електроенергії буде

$$\varphi_{\mu}(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

а функція розподілу

$$F_{\mu}(x) = 0,5 + \frac{1}{2} \Phi\left(\frac{x-a}{\sigma}\right). \quad (2)$$

В даному випадку величина a (математичне очікування) і σ (середньоквадратичне відхилення) є параметрами розподілу.

Після того, як обрано закон розподілу та знайдені параметри теоретичного розподілу, необхідно перевірити відповідність емпіричних даних передбачуваному теоретичному розподілу в генеральній сукупності. Вирішують це питання за допомогою так званих критеріїв узгодження.

На величину питомих витрат електроенергії на підприємствах переробки та зберігання хлібних культур має вплив велика кількість факторів. Одні з них є основними, які контролюються, другі – другорядними, випадковими, але які мають імовірний характер. Як правило, всі фактори діють незалежно один від одного, а питомі витрати є підсумком сумарного впливу цих факторів, багато з них не грають суттєвої ролі в їх формуванні. Це дозволяє зробити апіорне припущення про нормальний розподіл на борошномельних підприємствах питомих витрат електроенергії, тому що вони обумовлені великою кількістю незалежно діючих причин [1]. В таблиці 1 вказані питомі витрати електроенергії (y) та емпіричні частоти (m).

Таблиця 1 – Розрахунок виду розподілення питомих витрат

y	m	ym	y ²	y ² m	y-ŷ	t=(y-ŷ)/σ	f(t)	m̄	m̄	m-m̄	(m-m̄) ²	(m-m̄) ² /m̄	M	M	M-M
0,2	1	0,2	0,04	0,04	-0,468	-2,092	0,0440	1,188	1	0	0	0	1	1	0
0,3	3	0,9	0,09	0,27	-0,368	-1,646	0,1109	2,994	3	0	0	0	4	4	0
0,4	4	1,6	0,16	0,64	-0,268	-1,199	0,1942	5,243	5	-1	1	0,2	8	9	-1
0,5	9	4,5	0,25	2,25	-0,168	-0,752	0,3123	8,432	8	1	1	0,125	17	17	0
0,6	15	9	0,36	5,40	-0,068	-0,305	0,3814	10,30	10	5	25	2,5	32	27	5
0,7	10	7	0,49	4,90	0,032	0,142	0,3970	10,72	11	-1	1	0,091	42	38	4
0,8	7	5,6	0,64	4,48	0,132	0,588	0,3332	8,996	9	-2	4	0,444	49	47	2
0,9	4	3,6	0,81	3,24	0,232	1,035	0,2420	6,534	7	-3	9	1,286	43	54	-11
1	3	3	1,00	3,00	0,332	1,482	0,1295	3,496	3	0	0	0	56	57	-1
1,1	2	2,2	1,21	2,42	0,432	1,929	0,0656	1,771	2	0	0	0	58	59	-1
1,2	1	1,2	1,44	1,44	0,532	2,376	0,0224	0,605	1	0	0	0	59	60	-1
1,3	1	1,3	1,69	1,69	0,632	2,823	0,0079	0,213	0	1	1	0	60	60	0
Σ	60	40,1	8,18	29,8				60,49	60						

Зробивши апріорне припущення про нормальність розподілу, можна довести відповідність емпіричного розподілу теоретичному нормальному.

Для того щоб побудувати криву нормального розподілу, скористаємося наступною формулою [1]:

$$F(t) = \frac{Nk}{\sigma} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}, \quad (3)$$

де N – число проведених досліджень, сума частот емпіричного розподілу $\sum m$;

k – величина інтервалу подібнення емпіричного ряду розподілу;

σ – середньоквадратичне відхилення ряду;

t – нормоване відхилення: $t = \frac{y-\hat{y}}{\sigma}$.

Величина $f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ табульована і знаходиться за математичними таблицями [4].

Визначаємо параметри розподілу:

- середньозважену емпіричного ряду $\hat{y} = \frac{\sum ym}{\sum m} = \frac{40,1}{60} = 0,6683$;

- дисперсію емпіричного ряду

$$\sigma^2 = \frac{\sum y^2 m}{\sum m} - \hat{y}^2 = \frac{29,77}{60} - (0,6683)^2 = 0,0501, \quad \sqrt{0,0501} = 0,2238;$$

У формулі (3) множник $\frac{Nk}{\sigma} = \frac{60 \cdot 0,1}{0,2238} \approx 27$.

За значеннями емпіричних m та теоретичних m̄ частот і питомих витрат електроенергії у побудовані криві емпіричного 1 та теоретичного 2 нормального розподілу, які представлені на рисунку 1. Проведемо об'єктивну оцінку наближеності емпіричного розподілу до теоретичного нормального, використовуючи критерії узгодження Колмогорова, Пірсона, Романовського та Ястремського [4].

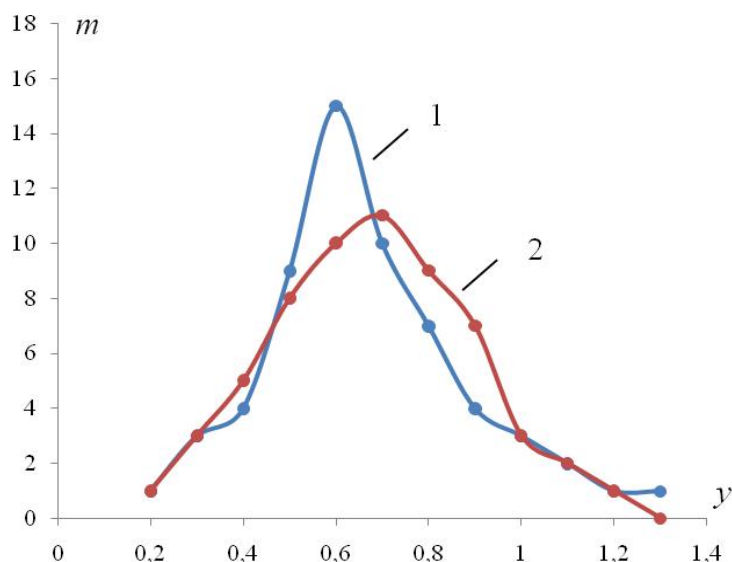


Рисунок 1 – Розподіл питомих витрат енергії на борошномельному підприємстві:
1 – емпірична крива; 2 – теоретична крива.

Критерій узгодження Пірсона заснований на визначенні величини χ^2 , яка розраховується як сума квадратів різниць емпіричних та теоретичних частот, віднесених до теоретичних частот, тобто

$$\chi^2 = \sum \frac{(m - m')^2}{m'}, \quad (4)$$

де m – емпіричні частоти;
 m' – теоретичні частоти.

Застосування критерію Пірсона пов'язане з вимогою, за якою спостережені частоти не повинні бути малими. Якщо останні наявні, то їх необхідно об'єднати у групи [4]. Для цього використовується таблиця 2.

Таблиця 2 – Критерій узгодження Пірсона

m	m'	m-m'	(m-m') ²	$\frac{(m - m')^2}{m'}$
8	9	-1	1	0,111
9	8	1	1	0,125
15	10	5	25	2,5
10	11	-1	1	0,0909
11	16	-5	25	1,563
7	6	1	1	0,167
$\Sigma 60$	$\Sigma 60$			$\Sigma 4,5562$

Для знаходження теоретичного закону розподілу використовували в емпіричному розподілі величини \hat{y} , σ та $\sum m$ (три параметри). Тому число ступенів свободи, які необхідно визначити при використанні критерію Пірсона, буде [1]:

$$k = n - S, \quad (5)$$

де n – число груп після об'єднання малочисельних груп;
 S – число параметрів, знайдених за допомогою емпіричного розподілу.
В нашому випадку $k=6-3=3$.

При $\chi^2 = \sum \frac{(m - m')^2}{m'} = 4,5562$, та $k=3$, $P(\chi^2 \geq 4,5562) = 0,3$ [4].

При імовірностях, значно відмінних від нуля, розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами слід вважати випадковою. Вказана імовірність не є дуже великою, але її не можна вважати і малою. Отже, розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами можна вважати випадковою, а розподіл – підкоряється закону нормального розподілу.

Критерій академіка А.Н.Колмогорова встановлює наближеність теоретичних та емпіричних частот шляхом порівняння їх інтегральних розподілів та визначається виходячи з D – максимальної верхньої межі абсолютного значення різниці їх накопичених частот, віднесеного до квадрату кореня з числа спостережень N [4]:

$$\lambda = \frac{D}{\sqrt{N}}, \quad (6)$$

де D – максимальна межа різниці: накопичених теоретичних частот (M), накопичених емпіричних частот (M).

В нашому випадку $N=60$, $D=(M-M)_{\max}=11$,

$$\lambda = \frac{11}{\sqrt{60}} = 1,38.$$

Якщо $P(\lambda)$ – величина значна (більше ніж 0,05), то розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами може бути випадковою і розподіли добре відповідають один одному. Значенню $\lambda=1,38$ відповідає імовірність $P(\lambda)=0,681$ [4], тому розбіжність між емпіричним та теоретичним нормальним розподілом треба вважати частково випадковою.

За В.І.Романовським, якщо його критерій рівний $\frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} < 3$ [4], розбіжність між емпіричним та теоретичним розподілом слід вважати несуттєвим. Підставляємо замість χ^2 та k їх значення, отримуємо

$$\frac{\chi^2 - k}{\sqrt{2k}} = \frac{4,556 - 3}{\sqrt{2 \cdot 3}} = 0,653 < 3.$$

Це значення достатньо менше трьох, тому розбіжність між теоретичними та емпіричними частотами можна вважати несуттєвими, і, таким чином, теоретичний розподіл достатньо добре відтворює емпіричний.

Критерій Б.С. Ястремського в загальному вигляді можна записати так [4]:

$$I \leq 3\sqrt{2n + 4\theta}, \quad (7)$$

де $I=|C-n|$.

m – емпіричні частоти;

m' – теоретичні частоти;

n – число груп.

$$C = \sum \frac{(m - m')^2}{m'}, \quad (8)$$

Для числа груп, менших 20, $\theta=0,6$ [4].

В нашому випадку $I=|4,556-12|=7,4438$,

$$|4,556-12| \leq 3\sqrt{2 \cdot 12 + 4 \cdot 0,6};$$

$$7,44 < 15,4.$$

що свідчить про нормальний розподіл досліджуваної сукупності.

Висновок. Усі чотири критерії узгодження з достатньою мірою достовірності підтвердили нормальний закон розподілення питомих витрат електроенергії на борошномельних підприємствах.

Список використаних джерел.

1. Ястребов П.П. Использование и нормирование электроэнергии в процессах переработки и хранения хлебных культур / П.П. Ястребов. – М.: Колос, 1973. – 312 с.
2. Карпова А.П. Исследование влияния технических и технологических факторов на электропотребление при подработке зерна на юге УССР: автореф. дис., канд. техн. наук / А.П. Карпова. – К., 1981. – 21 с.
3. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
4. Венецкий И.Г. Основы теории вероятностей и математической статистики / И.Г. Венецкий, Г.С. Кильдишев. – М.: Издательство «Статистика», 1968. – 360 с.

УДК 631.628.1

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ

Подкур О.О., 2 курс;
Миронець С.Д., інженер.

*ВСП «Мелітопольський коледж
Таврійського державного агротехнологічного університету»*

*Представлено технічне рішення використання сучасних технологій для забезпечення водо-
постачання сільськогосподарських споживачів.*

118

Постановка проблеми. Найбільш розповсюдженим варіантом водопостачання у сільській місцевості є використання водонапірних башт, для створення надлишкового тиску у мережі. Такий спосіб водопостачання отримав тотального розповсюдження у часи прогресивного розвитку СРСР. Основна частина таких систем водопостачання була створена у період з 70-х до 80-х років попереднього століття.

У ці роки використання підземних вод для забезпечення господарсько-питного водопостачання населення і нужди промисловості зростає стрімкими темпами. Лише у колишній Українській РСР щорік споруджувалось більше 4 тисяч нових свердловин, а загальна кількість експлуатованих водозабірних свердловин в промисловості, комунальному і сільському господарстві нашої держави перевищила 100 тисяч [1].

З плином часу технічний стан існуючих систем водопостачання погіршився. Сформована ситуація спровокована зношеністю обладнання сільськогосподарського водопостачання, побудованих за радянських часів (більше 30 років тому) або неякісним виконанням свердловин [2]. Такі системи водопостачання мають суттєві недоліки, що значно знижують їх рентабельність.

Також одним із суттєвих недоліків використання таких систем водопостачання є ступінь надійності у роботі релейних систем керування електрообладнанням водозабірних свердловин. Наявність контактних елементів у системах керування є причиною відмов системи.

Аналогічні аварійні наслідки можна спостерігати при виникненні проблем із електродними датчиками рівня рідини, що розташовані у водонапірній башти. Згідно статистики, вони є одним з основних слабких місць системи керування, особливо взимку. Взимку спостерігається обмороження датчиків рівня рідини, що і є причиною їх відмови.

Слід враховувати те, що більша половина водонапірних башт мають значний знос своїх технічних ресурсів і потребують проведення капітальних ремонтів, а половина цієї половини взагалі не підлягає ремонту. Зважаючи на технічний стан систем водопостачання, рано чи пізно виникає питання про заміну технологічного обладнання, що вийшло з ладу (у тому числі і самих водонапірних башт) [3].

Аналіз досвіду експлуатації башт Рожновського виявив багато недоліків даного устаткування:

- труднощі використання в зимовий період, особливо при зменшенні водоспоживання (схильність до обмерзання);
- корозія досить великої поверхні періодично змочуваних ділянок (погіршення якості води);
- тиск води на виході визначається висотою башти (частенько недостатній для сучасних побутових приладів);
- трудомісткість монтажу;
- неможливість регулювання тиску;
- протікання і переливи;
- виходи насоса з ладу, обумовлені важкими режимами роботи.

Усе це зумовлює пошук альтернативних методів керування системами водопостачання. Запропоновані технічні рішення повинні бути позбавлені недоліків виявлених протягом попередньої експлуатації розглянутих систем.

Аналіз останніх досліджень. Розглянута система водопостачання має значне поширення, особливо у сільській місцевості. Значна частина таких систем водопостачання передбачає використання башти системи Рожновського. Проведений аналіз технічного стану [6-8] вказує на те, що потрібно виконувати кардинальну реконструкцію існуючих мереж водопостачання, враховуючи зношеність обладнання. Постає питання про значні капітальні вкладення у заміну громіздких, дорого вартісних водонапірних башт.

Системи водопостачання великих міст у багатьох випадках не передбачають водонапірних споруд для забезпечення стабільного водопостачання. Стабільні показники роботи такої системи водопостачання досягаються за рахунок регулювання тиску у мережі зміною подачі у залежності від потреби.

Відомими методами регулювання подачі насосних станцій є зміна числа і складу насосних агрегатів. При використанні одно насосного агрегату (як у даному випадку) можливими методами регулювання є зміна частоти обертання або дроселювання. Враховуючи не економічність останнього методу він не представляє великого інтересу.

У останній час значної популярності надбали системи частотнорегульованого електроприводу, які знаходять своє місце у всіх галузях народного господарства. Такі системи мають значні переваги перед іншими методами регулювання.

Враховуючи використання для електроприводу заглиблених насосів, асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором системи частотного керування можуть знайти своє місце і у даній галузі народного господарства.

Мета статті. При вирішенні питання доцільності капітальних вкладень, при реконструкції, у оновлення матеріальної складової (водонапірної башти) або у сучасну систему керування слід враховувати не лише фінансову складову, а і подальші режими роботи мережі і можливості економії енергетичних ресурсів.

У статті приведене технічне рішення впровадження сучасних систем управління і регулювання роботи електросилового обладнання водонапірної мережі сільськогосподарського призначення.

Основна частина. Враховуючи технічний стан систем водопостачання, а особливо водонапірних башт, рано чи пізно виникає питання пов'язане із заміною цих споруд. При вирішенні питання, пов'язаного із заміною водонапірної башти, враховують її вартість (стоїть вона немало). Одним із можливих рішень даної проблеми є відмова від занадто складної, громіздкої і ненадійної у експлуатації конструкції.

Сутність запропонованого рішення полягає у наступному. Для забезпечення підвищення надійності системи автоматичного керування процесом водопостачання треба усунути із системи слабкі місця. Запропонована конструкція не повинна містити громіздкої і дороговартісної (як за первинною вартістю споруди, вартістю монтажу і подальшого обслуговування) башти.

Необхідність використання башти у системі водопостачання покликана необхідністю створення надлишкового тиску, достатнього для самоточного транспортування води до споживача. Відповідно запропонована конструкція повинна забезпечувати надлишковий тиск у системі. При цьому цей тиск повинен підтримуватися у межах, що обумовлюють транспортування води до споживача і мінімально необхідний рівень тиску на виході (нижня межа) і підтримання цілісності системи від поривів і втрат за рахунок витоків на всіх її ланках (верхня межа). Тиск у системі, без напірних споруд, можна підтримувати за допомогою постійно працюючого насосного агрегату. Технологічну схему запропонованого інженерного рішення приведено на рисунку 1.

Безбаштова система водопостачання (рисунок 1, б) передбачає встановлення диференційного перетворювача тиску 10, який змінення тиску перетворює у аналоговий сигнал. Цей сигнал надходить до блока частотного регулятора 9. Величина сигналу залежить від рівня споживання води із системи. Частотний регулятор 9 реагує на зміну вхідного параметру зміненням частоти на виході. Це сприяє зміненню частоти обертання електродвигуна 1 приводу

заглибленого насоса і як наслідок зміненню подачі води у систему. Змінення подачі сприяє зміненню тиску в системі. Перетворювач тиску 10 і частотний регулятор 9 повинні бути налаштовані таким чином, щоб підтримувати заданий рівень тиску у системі і при зміні цього параметру виконувати компенсацію. При збільшенні розходу води із системи споживачами відбувається зменшення тиску. У перетворювачі тиску 10 відбувається зменшення вихідного аналогового сигналу. На це зменшення сигналу реагує частотний регулятор 9, що приєднаний до цього перетворювача тиску. На виході регулятора 9 відбувається збільшення частоти, що призводить до збільшення частоти обертання електродвигуна приводу насоса. Збільшується подача води у систему і відбувається компенсація збільшеного розходу.

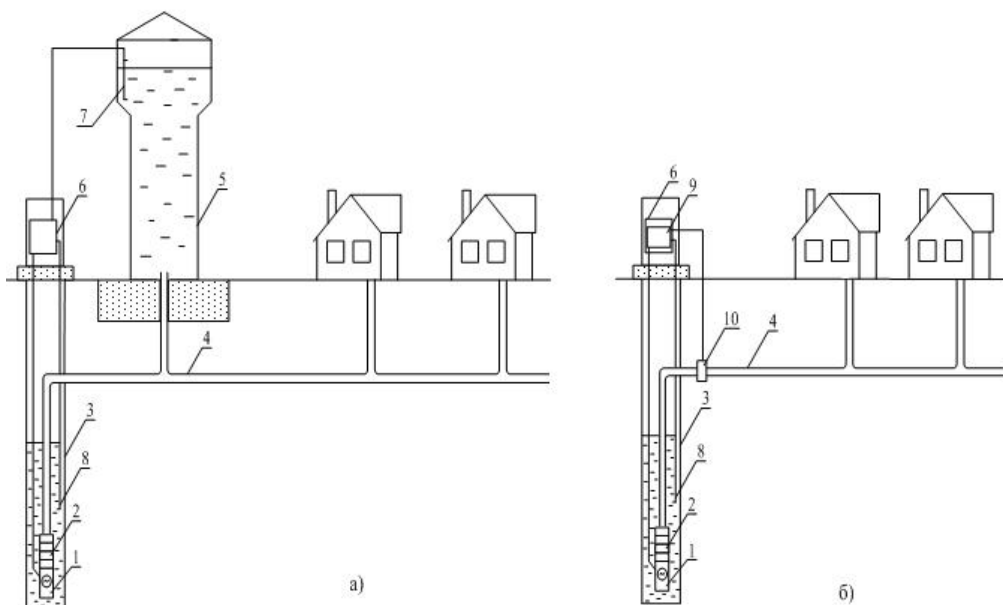


Рис. 1 Технологічні схеми водопостачання з використанням башти Рожновського (а) і з використанням частотно-регульованого приводу (б): 1 – електродвигун приводу насоса; 2 – заглиблений насос; 3 – свердловина; 4 – напірний трубопровід; 5 – водонапірна башта; 6 – станція управління; 7 – датчики рівня; 8 – датчик «сухого ходу»; 9 – перетворювач частоти; 10 – диференційний перетворювач тиску.

Аналогічно відбувається регулювання у зворотному напрямку при зменшенні розходу води із системи споживачами.

Проводячи аналіз запропонованої систем водопостачання можна відзначити ряд відмінностей: відсутність у запропонованій системі водонапірної башти (це дає загальну економію від 39 тис. грн. до 156 тис. грн. у залежності від типу башти) [10]; підтримання постійного оптимального тиску у системі (зменшення небезпеки аварій за рахунок виключення гідравлічних ударів у системі, зменшити витрати із системи водопостачання).

Висновки. Згідно статистичних даних наведених у роботі можна зробити висновок про критичну зношеність систем водопостачання. Особливо гостро це питання стоїть для сільськогосподарських споживачів. Як наслідок отримуємо значні матеріальні втрати у результаті витоків води, витрат на експлуатацію і організацію аварійних ремонтів.

Застосування сучасних систем водопостачання дозволить підвищити надійність і якість водопостачання, зменшити експлуатаційні витрати і затрати на електроенергію, підвищити якість води і термін безаварійної експлуатації технологічного і електросилового обладнання за рахунок оптимізації режимів роботи.

Сучасні системи керування технологічним обладнанням на даному етапі існування конче необхідні нашій державі для переходу на новий суттєво інший рівень сервісу у побуті і виробництві і не лише у сільському господарстві.

Застосування запропонованої системи дозволяє:

- знизити знос комутаційної апаратури, тому що її перемикання відбуваються при відсутності струму навантаження;
- знизити знос підшипників двигуна і насоса, а також крильчатки за рахунок плавної зміни числа обертів;

- уникнути великих пускових струмів;
- виключаються електричні перевантаження електродвигуна приводу глибинного насоса, що підвищує його ресурс роботи;
- виключаються механічні перевантаження глибинного насоса, що підвищує його ресурс роботи;
- отримати зниження експлуатаційних витрат на обслуговування;
- малий термін монтажу і введення в експлуатацію;
- отримати підвищену надійність системи незалежно від пори року;
- отримати відносно низьку вартість впровадження і експлуатації;
- отримати стабільність створюваного тиску за рахунок автоматичного регулювання продуктивності насоса залежно від поточної витрати води.

Список використаних джерел

121

- 1 Справочник по эксплуатации и ремонту одозаборных скважин / Э.А. Морозов, А.В. Стецюк. – К: Будівельник, 1984. – 96 с.
- 2 Поселковые станции водоснабжения – доступная реальность. Развитие территорий. – Режим доступа: <http://sib-filtr.ru/a41480-poselkovye-stantsii-vodosnabzheniya.html>
- 3 С чем связана замена водонапорных башен. – Режим доступа: <http://www.tsdservice.com.ua/zamena-vodonapornuh-bashen.html>
- 4 Суреньянц С.Я. Эксплуатация водозаборов подземных вод / С.Я. Суреньянц, А. П. Иванов. — М.: Стройиздат, 1989.— 80 с.
- 5 Системы артезианского водоснабжения. – Режим доступа: <http://www.tsdservice.com.ua/sistemy-artezianskogo-vodosnabjeniya.html>
- 6 Происшествия. Жители без водонапорной башни – Режим доступа: <http://www.newsler.ru/archiv/2011/01/27/bashnya>
- 7 Происшествия в Луцке. На Волыни упала водонапорная башня. – Режим доступа: <http://incidents.com.ua/luck/1905.html>
- 8 Новости Украины. На Тернопольщине рухнула водонапорная башня. – Режим доступа: <http://for-ua.com/ukraine/2010/01/29/111305.html>
- 9 Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках / Б.С. Лезнов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 142 с.
- 10 ООО "Схид-будконструкция. "Прайс-лист. – Режим доступа: <http://sbk.ltd.ua/ru/prajs-list.html>
- 11 Автоматизация подачи воды в населённый пункт. – Режим доступа: <http://avigan.all.kharkov.ua/service/avtomatizaciya-podachi-vodi-v-naselenny-punkt>

УДК 629.113.066(031)

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ І РОЗРОБКА ПРИСТРОЮ РОЗРЯДКИ КИСЛОТНИХ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

Осіпов Д.І., 2 курс;
Катюха І.А., аспірант;
Катюха А.А., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Наведений аналіз особливостей будови і експлуатації лужних і кислотних акумуляторних батарей. Розроблений пристрій навантаження для розрядки кислотних акумуляторних батарей при виконанні контрольньо-тренувального циклу.

122

Постановка проблеми. В систему електрообладнання електроприводу малогабаритних сільськогосподарських і транспортних машин, ручного інструменту складовою частиною входять автономні джерела електричної енергії – акумуляторні батареї. Вони потребують дбайливого відношення до себе і правильної експлуатації з метою тривалого строку служби.

Аналіз останніх досліджень. Правила експлуатації акумуляторних батарей передбачають виконання контрольньо-тренувальних циклів не рідше одного разу на рік. Існує значна кількість пристроїв для розрядки акумуляторів, але всім їм бракує чітка методика виконання цього процесу. Крім того, часто відсутні об'єктивні показники контролю зарядки/розрядки акумуляторів. Контроль густини електроліту у не обслуговуваних акумуляторів взагалі визначити неможливо. Тоді основними показниками працездатності акумуляторів виступає напруга на клеммах акумуляторних батарей та температура.

Мета статті. Метою статті є дослідження експлуатаційних режимів кислотних акумуляторних батарей та розробка автоматизованого навантажувального пристрою для розрядки акумуляторів.

Основні матеріали дослідження. Електроприводи сучасних засобів малої механізації – малогабаритні сільськогосподарські і транспортні машини, ручний інструмент, стартери автомобільних двигунів, побутові прилади передбачають використання в якості джерела електричної енергії акумуляторні батареї. Акумулятор складається із двох електродів занурених в електроліт. З цього їх розрізняють за матеріалами електродів та електроліту.

Електроліт – розчин кислот або лугу. Тому акумулятори розділяються на кислотні і лужні. Кислотні акумулятори називають ще свинцевими, тому що електроди у них із свинцю.

Електроди лужних акумуляторів виготовляють із двох різних матеріалів. В залежності від цього їх називають: залізо-нікелевими, кадмієво-нікелевими, срібно-цинковими, срібно-кадмієвими. Якщо є можливість вибору акумулятора, особливо при проектуванні систем електропривода, правильно буде керуватись їх порівняльною характеристикою, таблиці 1 [2].

Головною характеристикою акумуляторів є їх ємність, тобто кількість електрики в ампер-годинах (А·год), яку віддасть акумулятор при нормальному розряджанні. Вона вказується в паспорті акумулятора. Кислотні акумулятори виготовляються заводами по три або шість акумуляторів в батареї (АКБ). Один кислотний акумулятор дає всього 1,8-2,0 В. Якщо їх з'єднати послідовно, то вона буде цілком придатною для практичного використання. В технічній характеристиці акумуляторної батареї записані її основні параметри, наприклад – 6СТ-55;12 В.

Цифра 6 – кількість акумуляторів в батареї;

СТ – означає, що батарея стартерна;

12 В – напруга на клеммах батареї, отже напруга кожного акумулятора $12 : 6 = 2$ В;

55 – кількість електрики в А·год;

Запас енергії складає: $55 \cdot 12 = 660$ Вт·год

Таблиця 1 – Характеристики акумуляторів [2].

Характеристики	Акумулятори	
	кислотні	лужні
Електроліт	H ₂ SO ₄	KOH, NaOH
Позитивний електрод, +	PbO ₂	NiOH, Ag ₂ O
Негативний електрод, –	Pb	Ca, Fe, Zn
Розрядна напруга, В	2-1,8	1,3-1,0
Максимальна густина струму, А/м ²	1000	500-2000
Питома енергія, Вт·год/кг	10-30	20-35
Строк служби, циклів	200-500	1000-3000
Коефіцієнт корисної дії (віддача енергії)	0,75-0,85	0,45-0,6
Сила струму короткого замикання на 1 л об'єму, А	1000	30
Саморозряд протягом місяця, %	10-30	2-30
Максимально допустимий струм до номінального (протягом 15 хв), %	800	500
Ремонт	Виконують	Не роблять
Відношення до: перезарядка недозарядка тривалого розрядження вібрації перевищення температури понад 45°C зниження температури нижче 0°C	Руйнується Руйнується Сульфатується Руйнується Підвищується ємність Зменшує ємність	Не чутливі Не чутливі Не чутливі Не чутливі Втрачає до 50% ємності Дуже зменшує ємність

Важливою характеристикою працездатності акумулятора є його внутрішній опір. Чим менше внутрішній опір батареї, тим вона краще, тому що від неї можна споживати більший струм. Величина внутрішнього опору залежить від якості електроліту та становища пластин. Перевірити якість електроліту можна візуально. Для цього треба піпеткою набрати розчин із банки акумулятора в пробірку або в пляшечку прозорого скла. Електроліт повинен бути світлим прозорим без темного вмісту.

Стан пластин покажуть тільки розрахунки внутрішнього опору акумуляторної батареї.

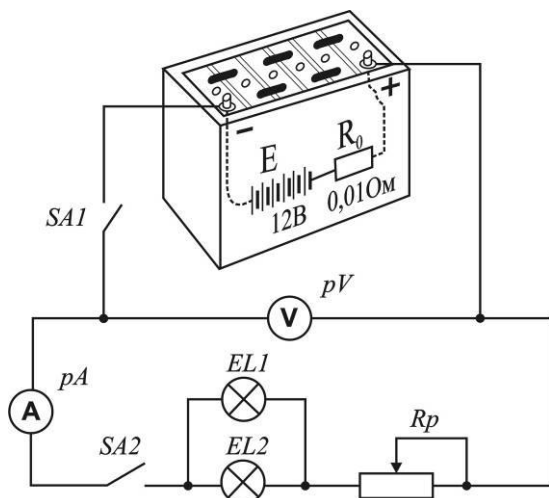


Рисунок 1 – Ілюстрація електричного кола для визначення внутрішнього опору АКБ

Для цього складають електричну схему, рисунок 1. Споживачем електричної енергії (навантаженням розрядження) тут застосовані дві лампи розжарювання EL1 і EL2 потужністю 40 Вт кожна, і реостат R_p.

Спочатку замикають вимикач SA1 і вольтметром pV вимірюють електрорушійну силу E батареї. Не відключаючи вольтметр pV замикають вимикач SA2 і реостатом R_p встановлюють по амперметру номінальний струм розрядки. Наприклад, для АКБ типу 6СТ-55 - I_{ном} = 5,5 А. Після цього треба по вольтметру pV записати напругу U на клеммах акумуляторної батареї. Внутрішній опір АКБ знайдемо по формулі:

$$R_0 = \frac{E - U}{I}, \text{ Ом}$$

Для порівняння: внутрішній опір зарядженої батареї 0,01 Ом, а розрядженої – 0,5 Ом.

Акумулятори постійно розряджаються самостійно. Це явище закономірне і називається саморозрядженням. Позбутися цього не можна, однак зменшити потрібно. Сприяє прискоренню саморозрядження бруд на поверхні кришок акумуляторів, розлитий електроліт. Тому, поверхня АКБ повинна бути завжди чистою і сухою.

Струм саморозрядження для АКБ типу 6СТ-55 при непрацюючому двигуні не повинен бути більшим 50mA при постійно підключених сигналізації, радіо, годиннику і т.д. Вимірювання виконується за допомогою амперметра який включають в розрив між масою і мінусовою клемою АКБ при всіх відключених споживачах [1].

При поступовому розрядженні АКБ відбувається явище сульфатації. Це процес відкладення важкорозчинних великих кристалів сульфату свинцю ($PbSO_4$) на поверхні пластин у вигляді світло-сірих плям, схожих на плісняву. Вони погано проводять електричний струм, так що їх появу зразу буде видно з записів про стан акумуляторів: внутрішній опір різко зростає. Ємність знижується. Якщо своєчасно це було помічено, то наліт можна видалити: якщо ж процес заглибився в товщу пластин, то акумулятор, а отже і вся батарея пропала. Щоб не допустити сульфатації, не можна залишати акумулятори з напругою нижче 1,8 В. Треба негайно їх заряджати.

При експлуатації кислотних АКБ для ліквідації сульфатації пластин рекомендується один раз на рік проводити контрольно-тренувальний цикл (КТЦ) зарядження і розрядження, в результаті чого залишковий сульфат свинцю перетворюється в активну масу. Суть КТЦ полягає в тому, що АКБ спочатку заряджають, а потім розряджають номінальним струмом (10% від ємності АКБ) до мінімальної напруги, допустимої для акумулятора. Після розрядки заряджають знову. І таким чином 2-3 рази.

Електрична схема пристрою навантаження для розрядження АКБ представлена на рисунку 2. Контрольно-тренувальний цикл проводять в такій послідовності – на прикладі АКБ типу 6СТ-55.

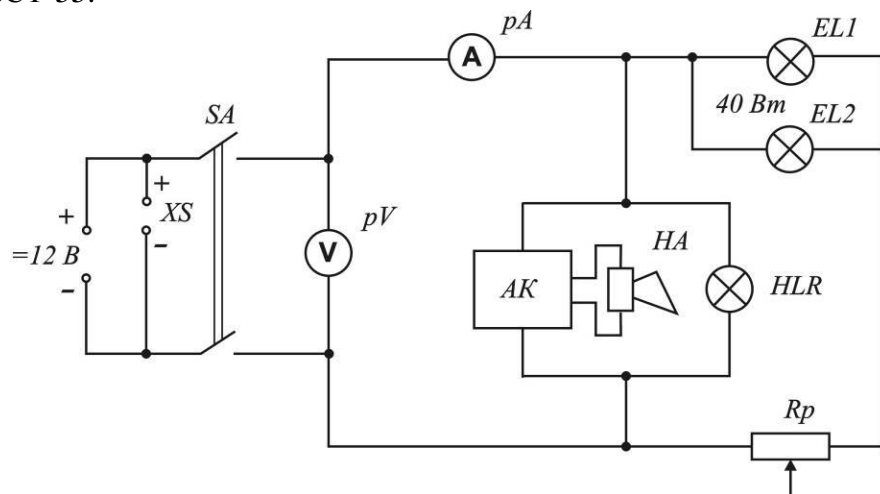


Рисунок 2 – Електрична схема пристрою навантаження для розрядження акумуляторних батарей: SA – вимикач; XS – гніздо контрольне; pV – вольтметр; pA – амперметр; АК – пристрій контролю напруги на клеммах акумулятора; HA – прилад звукової сигналізації; EL1 і EL2 – лампи розжарювання; HLR – лампа сигнальна з червоною лінзою, Rp – реостат.

Виконують попередній повний заряд батареї зарядним пристроєм.

Застереження. Не можна розряджати уже розряджену АКБ, якщо там залишилось до 25% її паспортної ємності. Її треба обов'язково зарядити!

Здійснюють розряд АКБ струмом $I_{розр}=0,1C_{АКБ}$. Для батареї типа 6СТ-55 – $I_{розр}=5,5A$.

Незмінність струму підтримують на протязі всього режиму розряду АКБ реостатом R_p . Через кожні дві години необхідно контролювати температуру електроліту, яка не повинна бути більшою $+45^{\circ}C$. Розряд АКБ з схованим перемичками виконують до кінцевої напруги на полюсах 10,2 В.

При зниженні напруги до 11,1 В вимірювання здійснюють через кожні 15 хв., а при зниженні напруги до 10,5 В – безперервно до кінця розряду.

Пристрій навантаження для розрядження акумуляторних батарей, зображений на рисунку 2, дозволяє чітко контролювати завершення режиму розряду. При зниженні напруги на АКБ до 10,5 В спрацьовує звукова сигналізація НА. Остання говорить про те, що процес подальшої розрядки треба безперервно контролювати візуально.

При контрольному розряді записують час включення АКБ на розряд і початкову температуру електроліту, а також час закінчення розряду і кінцеву температуру електроліту.

Після розряду АКБ, заряджають її звичайним способом до напруги 12,66 В, - бажано автоматизованим зарядним пристроєм.

Важливим показником ємності АКБ є густина електроліту. Але в не обслуговуваних акумуляторах її заміряти неможливо. Знаючи напругу на клеммах, можна визначити густину електроліту по емпіричній формулі [4]:

$$\rho = \frac{U - 5,04}{6}, \text{ г/см}^3,$$

де U – напруга на клеммах акумуляторної батареї, В.

Наприклад :
$$\rho = \frac{12,66 - 5,04}{6} = 1,27 \text{ г/см}^3.$$

Не дозволяється експлуатація АКБ з напругою на клеммах менше 12,54В і більше 12,8 В. Це призводить до зменшення строку експлуатації АКБ (сульфітація, руйнування пластин, потемніння електроліту, вибух і т.д.).

В подальшому, щомісячно перевіряють напругу на клеммах батареї. Густина електроліту і ступінь зарядженості її можна визначити з таблиці 2.

Таблиця 2 – Кореляційна залежність густини електроліту, напруги на ступеню зарядженості кислотних АКБ [4]

Напруга на клеммах, В	Ступінь зарядженості,%	Густина електроліту, г/см ³
12,66	~ 100	1,27
12,44	~ 75	1,23
12,20	~ 50	1,19
11,95	~ 25	1,15
10,20	~0	1,10

Попередження для власників сучасних автомобілів (іномарок)!

Якщо ступінь зарядженості батареї 80% і нижче, генератор не зможе зарядити АКБ до 100% її ємності, навіть при тривалій роботі автомобіля. Її необхідно зняти з автомобіля і зарядити стаціонарним пристроєм до 100% її ємності.

Висновок. Рекомендована система експлуатації кислотних АКБ з застосуванням розробленого пристрою розрядки їх при виконанні КТЦ дозволяє збільшити термін служби акумуляторів до 4-5 років.

Список використаних джерел.

1. Серевный А.Е. Использование и хранение, ремонт аккумуляторных батарей / А.Е.Северный, Е.А.Пучин, А.А.Мельников. – М.: ГОСНИТИ, 1991. – 112 с.
2. Коваль О.С. Поради сільському електрику / О.С.Коваль. – К.Урожай, 1990. – 160 с
3. Яковлев Е.Л. Устройство защиты аккумулятора от глубокого разряда / Е.Л.Яковлев // Электрик. – 2010. - №5-6. – с.68-69.
4. Батареї акумуляторі свинцеві стартерні. Керівництво з експлуатації. – Дніпропетровськ.: НАК «Іста», 2008. – 6 с.

УДК621.3.004.18

ЕКОНОМІЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ВІДЦЕНТРОВИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧАСТОТНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Карнаух В.С.,
Ковальчук С.М., 4 курс;
Вужицький А.В., інженер;
Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено способи регулювання повітряного потоку відцентрових вентиляторів. Проведено розрахунок економії електроенергії при різних способах регулювання. Більш економним виявився спосіб при частотному регулюванні.

126

Постановка проблеми. Практичний досвід застосування регулювання подачі відцентрових вентиляторів в сільському господарстві показав високу їх ефективність у багатьох напрямках використання.

Аналіз останніх досліджень. Зазвичай вентилятори проектується таким чином, щоб максимально забезпечити потреби системи, в якій вони встановлені. Достатньо часто реальні потреби на багато нижчі розрахункової потужності.

Відцентрові вентилятори передають енергію повітрю за допомогою відцентрової сили. На рисунку 1 показано графік продуктивності стандартного відцентрового вентилятора при заданій швидкості.

Дана крива являє собою залежність тиску на виході по відношенню до потоку повітря. Характеристики стандартних вентиляторів зазвичай об'єднують в собі декілька кривих для різних швидкостей вентилятора з урахуванням продуктивності вентилятора та споживаної потужності. Ці характеристики необхідні для оптимального вибору вентилятора для будь-якої системи, а також для прогнозування його робочих параметрів при зміні режиму.

Характеристика системи (рис. 2) показує її властивості по відношенню до встановленого в ній вентилятора. За нею можна судити який тиск повинен забезпечуватися вентилятором для подолання втрат в системі і створення необхідного повітряного потоку. Характеристика системи являє собою графік залежності потреб системи по «навантаженню» незалежно від вентилятора. Точка робочого режиму відповідає точці перетину кривих вентилятора та системи. Значення в цій точці відповідають реальному тиску та потоку, які будить на виході вентилятора при його роботі в даній системі. За відсутності зовнішніх факторів впливу вентилятор буде працювати в цій точці.

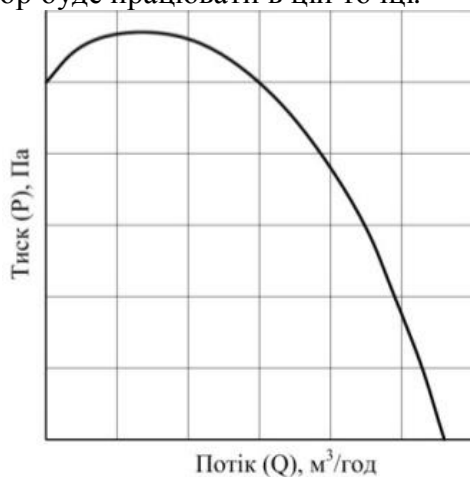


Рисунок 1 - Продуктивність стандартного відцентрових вентиляторів

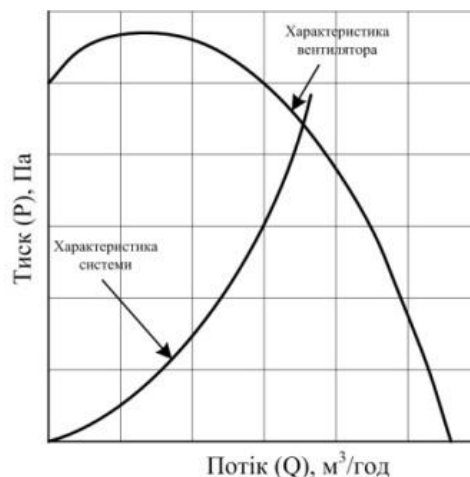


Рисунок 2 - Характеристика системи

Для багатьох систем потрібна робота в різних точках. Для регулювання або зміни потоку (або швидкості потоку) в системі з використанням сприятливих робочих точок використовується декілька способів. Серед них:

- дискретний режим – часто застосовується в побутових системах опалення та кондиціювання. При цьому створюється нерівномірний потік повітря, що є неприйнятним для комерційного або промислового застосування;
- вихідні клапани – заслінки або шибер встановлюються на виході вентилятора. Для керування повітряним потоком необхідно їх повернути, що приведе до зменшення вихідного перетину і зменшення повітряного потоку;
- поворотні вхідні лопатки – при змінненні фізичних характеристик входу, змінюються і характеристики вентилятора, що призводить до зміни повітряного потоку;
- частотно-регульовані електроприводи – при змінненні швидкості обертання вентилятора змінюється його продуктивність і створюється інший повітряний потік [1-4].

Формування цілі статті. Пропонована стаття ставить завдання дати аналіз способів регулювання подачі відцентрових вентиляторів, а також визначення найбільш економічного зі способів.

Основна частина. Зміна потоку, або швидкості обертання вентилятора, надає вплив на характеристики системи, або вентилятора, що призводить до появи іншої робочої точки. При цьому також змінюється продуктивність вентилятора і споживана ним енергія.

Вихідні клапани змінюють характеристику системи (рис.3) шляхом збільшення опору повітряного потоку. Характеристика системи може бути описана наступним виразом

$$P = K \cdot Q^2, \quad (1)$$

де P - тиск, необхідний для створення заданого потоку в системі;

K - опір повітряному потоку;

Q - заданий потік.

Положення вихідного клапана змінює потужність (1) через параметр K . На наступній схемі представлено декілька графіків при різних положеннях клапанів.

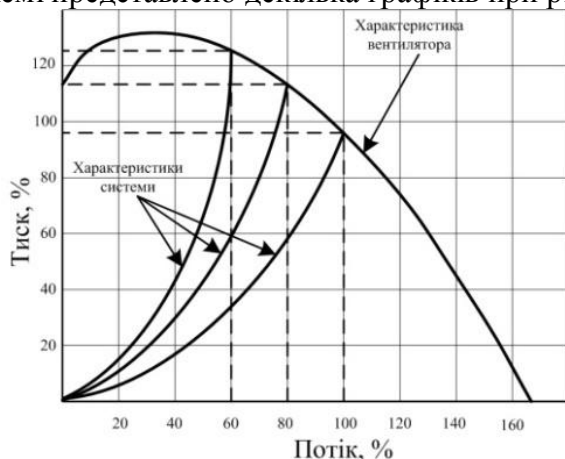


Рисунок 3 - Характеристика системи при регулюванні вихідним клапаном.

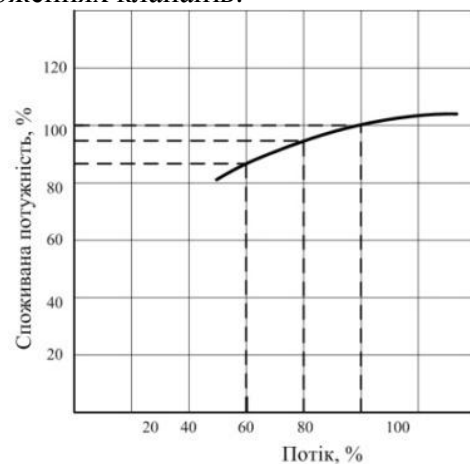


Рисунок 4 - Залежність потужності від потоку при регулюванні вихідними клапанами.

Енергоспоживання в системах з таким типом регулювання поступово знижується по мірі зменшення потоку у відповідності з наступною залежністю рисунок 4.

При використанні поворотних лопаток характеристика вентилятора змінюється таким чином, що вона перетинає криву системи в іншій точці. На рисунку 5 представлені варіанти кривої вентилятора для різних положень поворотних лопаток.

При використанні цього способу споживана потужність знижується по мірі зменшення потоку повітря, але в більш значній степені ніж при використанні вихідних клапанів.

Частотне регулювання електродвигунів полягає в зміні характеристики вентилятора за допомогою зміни швидкості обертання. Ці зміни можуть бути визначені за допомогою ряду формул (2) під спільною назвою «закони подібності».

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}; \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2; \frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3, \quad (2)$$

де n - частота обертання вентилятора, c^{-1} ;
 Q - потік, $m^3/год$;
 P - тиск, Па;
 N - потужність, Вт;

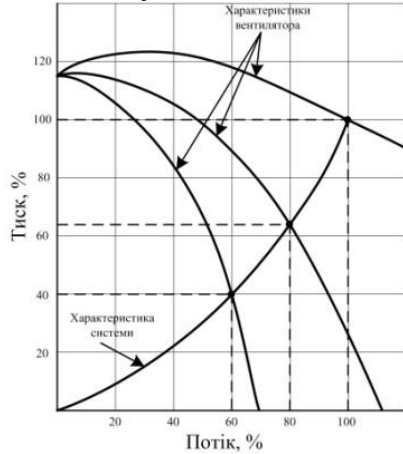


Рисунок 5 - Характеристика системи при регулюванні поворотними лопатками

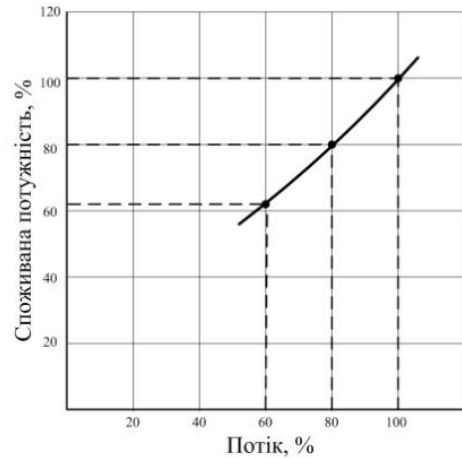


Рисунок 6 - Залежність потужності від потоку при регулюванні поворотними лопат-

Зверніть увагу, що при об'єднанні законів розподілу потоку і розподілу тиску отримали формулу (1), яка співпадає з рівнянням кривої системи

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2, \quad (3)$$

підставивши $\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2$ замість $\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$ результатом буде рівняння (4)

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2 \text{ або } P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{P_1}{(Q_1)^2}\right) \cdot (Q_2)^2. \quad (4)$$

Величина P_1/Q_1^2 співпадає з постійною системи K . Це значить, що характеристика вентилятора буде слідувати за характеристикою системи при зміні швидкості вентилятора.

При зниженні швидкості вентилятора досягається значне зниження потужності що споживається.

При використанні даного способу регулювання можна керувати потоком при повній відповідності з кривими системи або навантаження. При цьому вентилятор буде забезпечувати необхідний режим, споживаючи мінімум електроенергії [5,6].

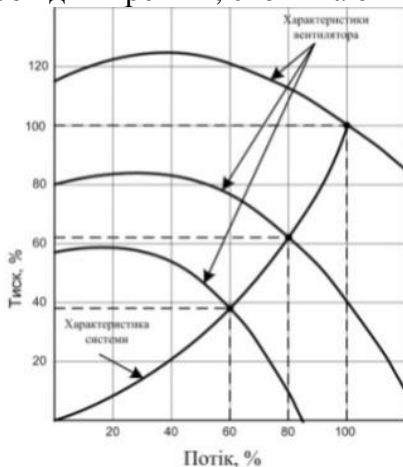


Рисунок 7 - Характеристика системи при частотному регулюванні

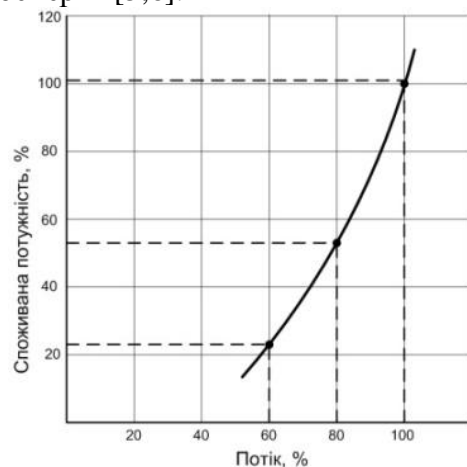


Рисунок 8 - Залежність потужності від потоку при частотному регулюванні

Для кожного із вищеперерахованих способів можна оцінити споживання енергії та відповідні витрати пов'язані з застосуванням. Для того щоб це зробити необхідно представити діаграму реального навантаження та криву вентилятора у певному вигляді. В якості прикладу нижче представлено аналіз на основі порівняння способу регулювання швидкості і способу з використанням заслінки.

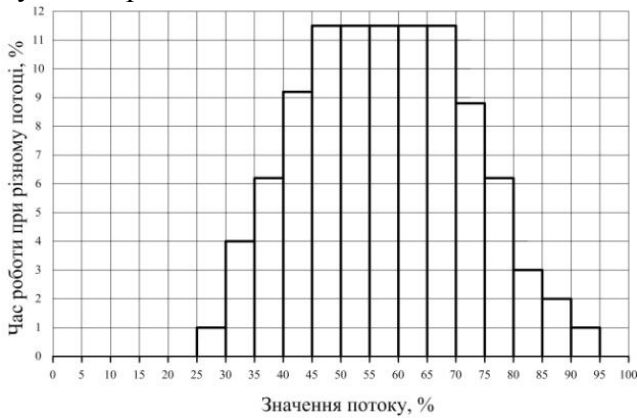


Рисунок 9 - Залежність часу роботи відцентрового вентилятора при різному значенні потоку

Таблиця 1 – Вихідні дані

Потік, %	Робочий цикл (%)
100	10
80	40
60	40
40	10

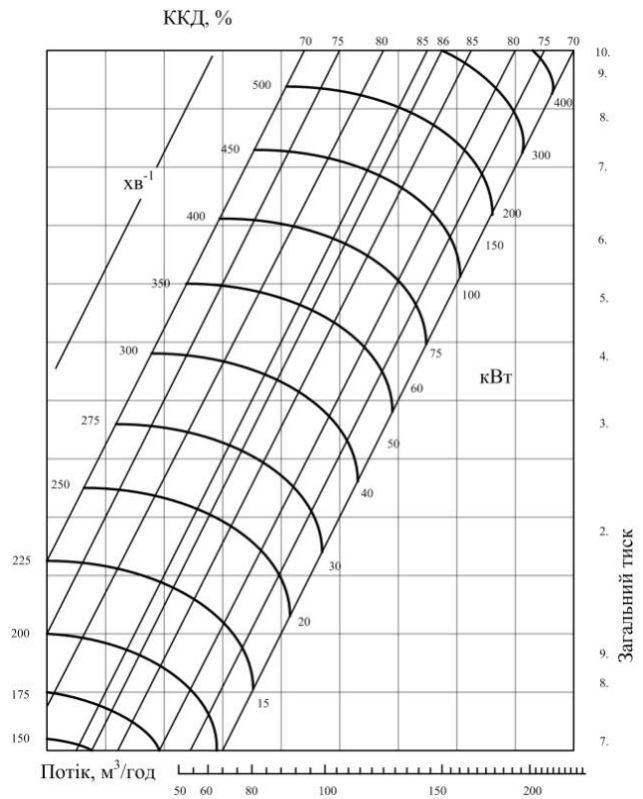


Рисунок 10 - Характеристика відцентрового вентилятора

Якщо використовувати характеристики вентилятора, представлені вище, можна припустити, що вибраний режим роботи вентилятора при 300 хв-1 і 100 % швидкості потоку, що відповідає 100 м³/год. показано в таблиці 1. Припустимо, що використовується наступна діаграма навантаження.

Для кожної робочої точки з використанням кривої вентилятора можна отримати значення споживаної потужності. Ця потужність множиться на відсоток робочого часу (розділений на 100 %), за період якого вентилятор працює в цьому режимі. Після цього результати розрахунків додаються з метою отримання питомої потужності, яка являє собою середнє споживання енергії вентилятором.

Таблиця 2 – Розрахункові дані

Потік, %	Тривалість режиму, %	Потужність, кВт	Питома потужність, кВт
100	10	35	3,5
80	40	35	14
60	40	31	12,4
40	10	27	2,7
Всього			32,6

Таблиця 3 – Розрахункові дані

Потік, %	Тривалість режиму, %	Потужність, кВт	Питома потужність, кВт
100	10	35	3,5
80	40	18	7,2
60	40	7,56	3,024
40	10	2,24	0,224
Всього			13,948

Також розрахунки потрібно проводити для отримання питомої потужності для роботи з різною швидкістю. Проте лише однією номінальною характеристикою вентилятора неможливо дізнатися всі значення потужності для потрібних робочих точок. Для вирішення цієї проблеми можна скористатися формулами законів подібності.

Перша точка визначається з використанням номінальної характеристики вентилятора 100 % потік рівняється 100 % швидкості і рівняється 35 кВт. Можна підставити формулу $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{n_2}{n_1}$ в рівняння потужності, $\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3$, тоді результатом розрахунку буде $\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^3$. При $Q_1 = 100\%$ та $N_1 = 35$ кВт, Q_2 і N_2 приймають наступні значення $Q_2 = 80\%$

$$N_2 = \left(\frac{35 \cdot 80}{100}\right)^3 = 18 \text{ кВт}$$

Тепер маємо достатньо інформації для визначення питомої потужності.

Порівняння двох способів управління показує відмінності в споживаній потужності.

Для того щоб отримати економічне значення цієї різниці необхідно знати кількість зекономлених кВт·год.

Для визначення цієї кількості необхідно помножити суму питомої потужності за період (в даному випадку за місяць) на кількість годин, на протязі яких вентилятор буде працювати в аналізований період часу. Отриманий результат буде відповідати кількості зекономлених кВт·год за місяць.

В таблиці 2 приведені розрахунки способу регулювання дроселюванням та регулювання швидкості які підтверджують доцільність використання регулювання швидкості.

Таблиця 4. – Розрахункові дані

Показник	Дроселювання	Регулювання швидкості
Питома потужність, кВт	32,6	13,948
Тривалість роботи, год	730	730
Спожита електроенергія, кВт·год	23798	10182,04
Тариф, грн./кВт·год	1,05	1,05
Загальна вартість, грн	24987,9	10691,14

Висновки. Проведені дослідження способів регулювання подачі відцентрових вентиляторів. Аналіз проведених способів регулювання потоку з використанням серійного устаткування показав переваги та недоліки кожного із способів. При регулюванні вихідними клапанами питома потужність склала 32,6 кВт, а при регулюванні швидкості 13,9 кВт.

Даний приклад демонструє економію більше 14 тис. грн в місяць за допомогою використання способу регулювання швидкості обертання. Зверніть увагу, що даний приклад спрощений, в ньому не враховується ККД двигуна та електропривода, який підтримується на оптимальному рівні при частотному регулюванні швидкості обертання, ніж від погіршених показників електропривода при дроселюванні потоку.

Список використаних джерел

1. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода: учебник для вузов. – 6-е изд., доп. и перераб. / М.Г.Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоиздат, 1981. – 576 с.
2. Электропривод сельськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лаврінченко [та ін.]; за ред. Є.Л. Жулая – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.
3. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: навчальний посібник / О.В. Барало, П.Г. Самойленко, С.Є. Гранат, В.О. Ковальов. – К.: Аграрна освіта, 2010. -557 с.
4. Каталог ОАО «Крюковский вентиляторный завод» [Електроний ресурс]. Режим доступу: http://www.kvz.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=12&Itemid=12.
5. Электропривод: підручник / Ю.М. Лаврінченко, О.С.Марченко, П.І.Савченко [та ін.]; за ред. Ю.М.Лаврінченка. – К.: «Ліра-К», 2009. – 504 с.
6. Практикум з електроприводу / В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є.Л. Жулай, Ю.М. Лаврінченко. – К.: Урожай, 1995. – 192 с.

УДК 621.313

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПРИСТРОЇВ М'ЯКОГО ПУСКУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Каліта М.С., 4 курс;

Тищенко О.К., к.т.н.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
В роботі досліджені методи запуску асинхронних двигунів та доведена ефективність пристрою м'якого пуску типу ASAB-0023B.*

131

Постановка проблеми. Асинхронний двигун - основний споживач електроенергії у світі. Та двигун не ідеальний та має значні недоліки, тому його покращення і модернізація є одною з пріоритетних задач сучасного машинобудування та енергетики. Одна з найбільших проблем двигуна це пуск.

Мета статті. Аналіз переваг використання пристроїв м'якого пуску асинхронного двигунів.

Аналіз останніх досліджень. При пуску двигуна повинні виконуватись наступні умови: пусковий момент повинен бути достатньо великим; пускові струми малими; інколи виникають додаткові умови обумовлені потребою конкретних приводів в яких використовують двигуни наприклад: необхідність плавного пуску, максимальний пусковий момент тощо.

М'який пуск – одна з невід'ємних умов для безпечної та тривалої роботи трифазних асинхронних двигунів [1].

Основні матеріали досліджень. Для досягнення м'якого пуску в асинхронному двигуні можливо використовувати наступні способи:

- пуск при пониженій напрузі;
- пуск за допомогою реостата в колі ротора;
- використання пристроїв м'якого пуску.

Недоліками методу пуску при зниженій напрузі є значне зменшення пускового та максимального моменту двигуна, які пропорційні квадрату прикладеної напруги, тому їх можливо використовувати ці двигуни лише без навантаження або при незначній загрузці [2].

А при пуску за допомогою реостата є відносна складність та необхідність використання більш дорогих двигунів і лише двигунів з фазним ротором.

Використання пристроїв м'якого пуску дають можливість уникнути проблем, що мають попередні два методи за рахунок плавного розгону двигуна, а це дозволяє знизити пускові струми та уникнути ривків у механічній частині привода та гідравлічні удари у трубах та задвижках в момент пуску і зупинки двигунів.

Головною задачею пристроїв м'якого пуску (ПМП) – забезпечення контролю пускових струмів, з чого виходить, що і зниженню ударно пускових загрузок. В роботі ПМП регулює вихідну напругу, при цьому не зменшує частоту струму. Коли електродвигун починає свою роботу або закінчує її, то у цей час пристрій зменшує гідравлічний удар або зовсім ліквідує його.

Область застосування пристроїв: насоси, компресори, центрифуги, вентиляційні системи текстильне, пресове, дробильне устаткування, ескалатори, транспортери та інше піднімальне устаткування. Переваги та недоліки цих пристроїв розглянемо на прикладі ПМП типу ASAB-0023B (рис. 1).

Поглянувши на схему середнього за функціональністю пристрою бачимо, що для експлуатації та ремонту установки не потрібно наймати висококваліфікований-високооплачуваний персонал. Сама вартість ПМП є меншою від вартості ремонту двигуна після аварійного режиму, що може бути викликаний відсутністю пристрою, а це вже великі економічні плюси на користь використання цих пристроїв.

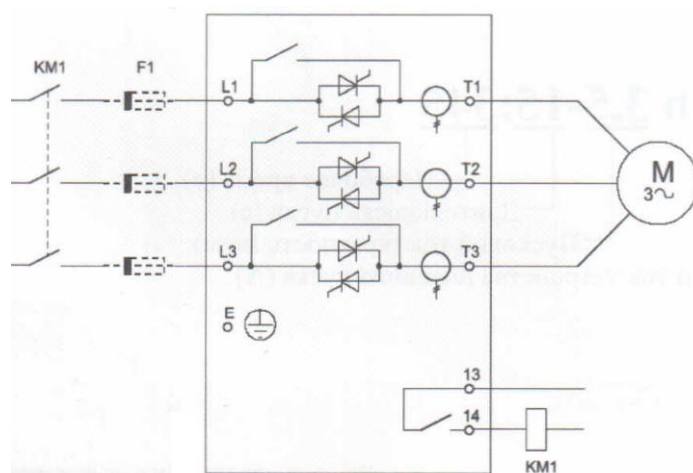


Рисунок 1 – Схема пристрою м'якого пуску типу ASAB-0023B.

Обладнання ПМП є малогабаритним та не потребує особливих умов зберігання.



Рисунок 2 – Загальний вигляд пристрою м'якого пуску типу ASAB-0023B.

До переваг використання ПМП можна віднести:

- керування двигуном по трьом фазам;
- проста установка та підключення ;
- обмеження пускового струму;
- режим захисту: від перенавантаження, зникнення фази, короткого замикання, перегріву двигуна;
- легка настройка параметрів ПМП з панелі керування;
- можливість приєднання пристрою до ПК [3].

Висновок. Середній за функціональністю пристрій м'якого пуску дозволяє вирішити наступні задачі: обмежити пусковий струм, оптимізувати пусковий та гальмівний моменти, аварійно захистити живлячу мережу від струмових перевантажень та ін.

Використання цих пристроїв веде до продовження життя асинхронного двигуна, а звідси і до економії.

Список використаних джерел.

1. Марченко О.С. Електропривод: ч.1. за ред. О.С. Марченка/ О.С. Марченко, Ю.М. Лаврінченко, П.І. Савченко, Є.Л. Жулай. – К.: Урожай,1995. – 208с.
2. Чиликин М.Г.Общий курс электропривода / М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер. – М.: Энергоатомиздат, 1981. – 572 с.
3. Сайт www.electric.info.com

УДК 621.311

ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ ЗРОШЕННЯ

Студеникін Р.О., магістрант;

Куценко Ю.М., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Проаналізовані найбільш поширені системи захисту електроприводів насосної станції зрошення.*

133

Постановка проблеми. На насосних станціях використовуються застаріла комутаційна апаратура: автоматичні вимикачі, контактори, реле тиску, струмові реле і т.д. Такої кількості пускозахисного устаткування вистачає для пуску, аварійного відключення, але не досить для ефективного захисту силового електроустаткування приводу насосних агрегатів [2]. У роботі було визначено, що використання цифрового реле РДЦ- 06 є доцільним. Ефективність впровадження реле в коло захисту було підтверджено експериментальними дослідженнями. Що доводить використання реле РДЦ- 06 є незамінним для насосних станцій. Завдяки тому що реле веде облік аномальних режимів роботи прогнозується час служби електроустаткування, що у свою чергу дозволяє корегувати режим роботи або усунути дрібний дефект. В результаті дороге силове електроустаткування прослужить довше і не дасть збою під час масового поливу і забезпечить ефективнішу і якіснішу роботу насосної станції.

Аналіз основних досліджень. Реле захисту двигуна серії РДЦ- 06 з цифровим налаштуванням і індикацією контрольованих параметрів дозволяє проводити контроль більш широкого діапазону величин роботи електродвигуна таких як [1]:

- тривалих невеликих перевантажень по струму;
- великих імпульсних перевантажень (короткозамкнений ротор), перевищення рівня асиметрії струмів фаз, роботи з недовантаженням;
- перевищення живлячої напруги, пониження живлячої напруги;
- струму витоку (ява витоку на корпус при працюючому електродвигуні), неправильного (зворотного) чергування фаз перед пуском, пониження опору ізоляції електродвигуна перед пуском;
- злипання контактів пускача перед пуском;
- обриву фаз;
- перевищення допустимої температури нагріву (при встановленому на корпусі електродвигуна і підключеному датчику температури).

Реле дозволяє виконувати комутацію електричних ланцюгів при досягненні встановлених контрольованих параметрів, заздалегідь запрограмованих рівнів. Одночасно, окрім захисних функцій, реле має можливість моніторингу наступних параметрів: споживаного струму та напруги мережі по кожній фазі; частоти мережі; поточної температури електродвигуна (при підключеному датчику температури); величини асиметрії струмів фаз; струму витоку; опору ізоляції електродвигуна до пуску; величини еквіваленту теплової енергії; сумарного часу роботи електродвигуна (моторесурс); коефіцієнта потужності ($\cos \varphi$) електродвигуна; активної потужності електродвигуна; реактивної потужності електродвигуна; повної потужності електродвигуна.

Мета статті. Аналіз та обґрунтування доцільності впровадження сучасної системи захисту електроприводів насосних агрегатів станцій поливу.

Основна частина. На насосних станціях зрошення для перекачування води використовуються електродвигуни великої потужності. Тому захист цих дорогокоштуючих електроприводів є дуже актуальним. Для детального аналізу ефективності використання сучасних цифрових реле була створена експериментальна установка станції перекачування води, що

представлена на рисунку 1. Для аналізу режимів роботи насосних агрегатів розроблену технологічну схему роботи системи (рис. 2).



Рисунок 1- Макет насосної станції.

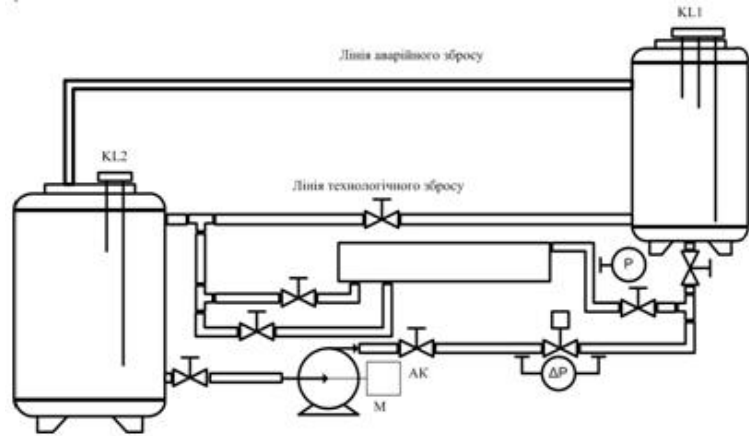


Рисунок 2 – Схема технологічного процесу експериментальної установки.

Одним із основних органів керування та захисту є цифрове реле РДЦ-06, завдяки великому набору функцій контролю передбачає такі основні режими роботи:

Режим перевантаження по струму

При перевантаженні по струму час затримки відключення залежить від часу пуску електродвигуна, величини перевантаження по струму, а також від величини залишкового еквіваленту отриманої теплової енергії від попередніх перевантажень (рис. 3).

Реле моделює еквівалент отриманої і розсіяної теплової енергії електродвигуном. Струми електродвигуна, вище за номінальний струм, викликають нагрів обмоток і приріст кількості теплової енергії, а струми нижчі за номінальний струм - дають можливість повільно розсіювати теплову енергію, знижуючи при цьому загальну температуру електродвигуна. Області струмів поблизу номінального струму практично не нагрівають і не охолоджують двигун.

Розрахунок максимальної кількості теплової енергії Q_T , накопиченої електродвигуном, ведеться постійно і у разі частих перевантажень по струму (наприклад, ручних пусків/зупинок електродвигуна) відбувається підсумовування величин залишкового еквіваленту отриманої теплової енергії від попередніх перевантажень, оскільки залучена теплова енергія не устигає розсіюватися.

Максимальна кількість теплової енергії Q_T , яку може миттєво накопити електродвигун при одноразовому перевантаженні при нормальній температурі, пропорційна квадрату струму перевантаження і часу дії

$$Q_T = I_{пер}^2 \cdot t_{пер}, \quad (1)$$

де Q_T - максимальна кількість теплової енергії,

$I_{пер}$ - струм перевантаження, А;

$t_{пер}$ - часу дії, с.

З формули 1 виходить, що час відключення електродвигуна по перевантаженню пропорційний допустимій кількості теплової енергії Q_T і обернено пропорційний до квадрата струму перевантаження

$$T_{відкл.} = Q_T / I_{пер}^2, \quad (2)$$

де $T_{відкл.}$ - час відключення електродвигуна, с,

$I_{пер}$ - струм перевантаження, А

Максимальна кількість теплової енергії Q_T є константою для конкретної моделі електродвигуна. Вона залежить від конструктивних особливостей АД, системи охолодження, і в основному - від його електромеханічної постійної часу або часу пуску електродвигуна.

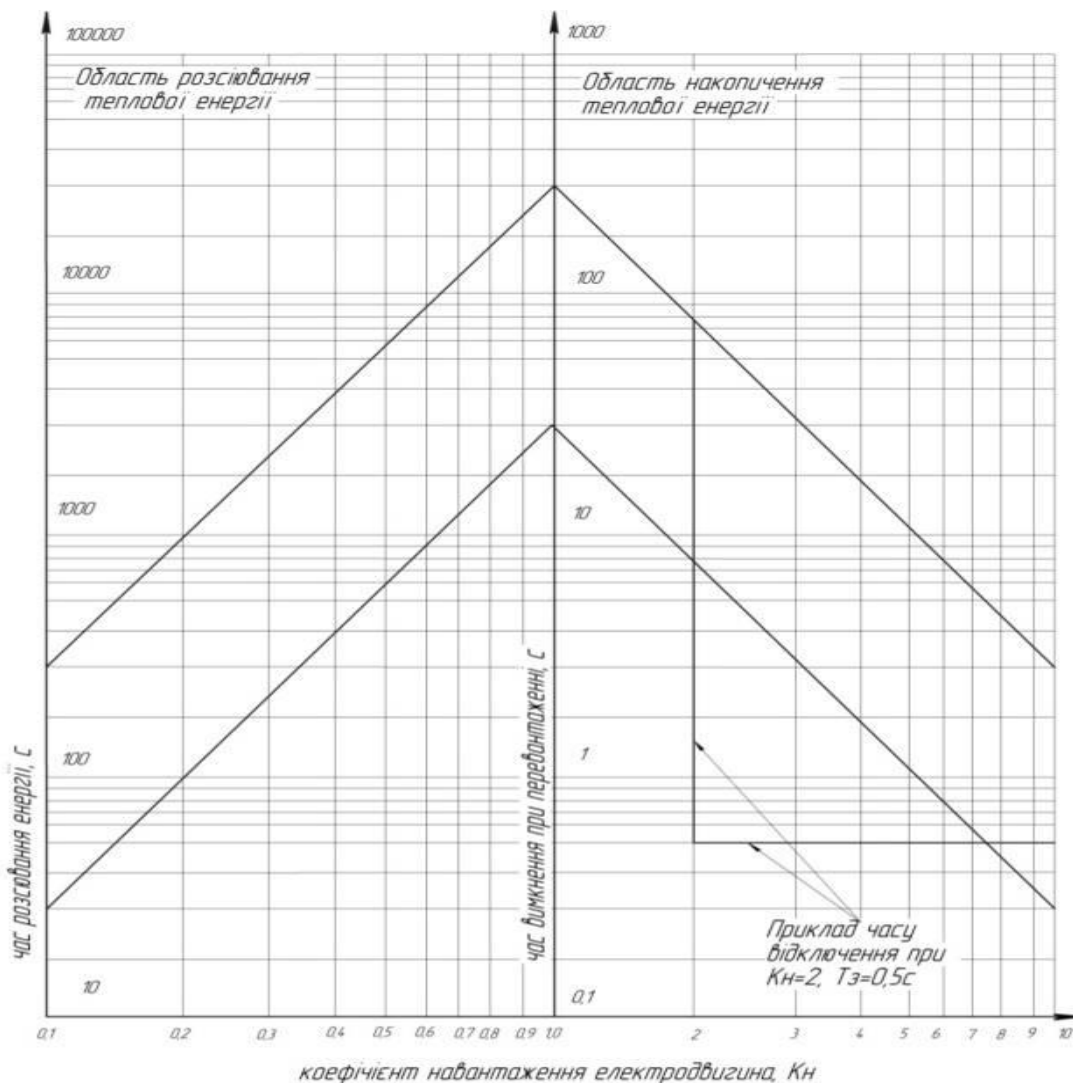


Рисунок 3 - Залежність часу відключення електродвигуна при перевантаженні і часі розсіювання теплової енергії від коефіцієнта навантаження.

Залежність часу відключення електродвигуна при перевантаженні і часі розсіювання теплової енергії від коефіцієнта навантаження представлено на рисунку 3. Точніший час відключення електродвигуна при перевантаженні розраховується за формулою

$$T_{\text{відкл.}} = Q_T / k^2_{\text{пер.}}, \quad (3)$$

де $k_{\text{пер.}}$ - коефіцієнт перевантаження.

Коефіцієнт перевантаження розраховується по формулі

$$k_{\text{пер.}} = I_{\text{пер.}} / I_{\text{ном.}} \quad (4)$$

де $I_{\text{пер.}}$ - струм перевантаження, А;
 $I_{\text{ном.}}$ - номінальний струм, А.

При досягненні величиною струму електродвигуна рівня вище за номінальний струм електродвигуна, включається затримка включення ланки перевантаження, про що свідчить режим блимання червоним кольором світлодіодного індикатора «Навантаження // Перевантаження», а також включається реле перевантаження K_n .

Після закінчення часу затримки і тривалого перевантаження реле відключить внутрішнє реле управління K_1 , відключить реле перевантаження K_n , включить реле аварії K_2 , також постійний режим світіння червоним кольором світлодіодного індикатора «Навантаження //Перевантаження».[1]

Режим блокування ротора (короткозамкненого)

Для випадків, коли електродвигун управляє механізмами, критичними до руйнування при навантаженні з боку валу електродвигуна, в реле передбачена функція захисту від струмів короткозамкненого ротора. При збільшенні значення струму електродвигуна до величини, рівної запрограмованому номінальному струму, що множиться на запрограмований коефіцієнт перевантаження, включається затримка часу відключення по ланці блокування ротора, реле перевантаження K_H і миготливий режим червоним кольором світлодіодного індикатора «Навантаження //Перевантаження».

Після закінчення часу затримки і тривалому перевантаженню по струму на рівні короткозамкненого ротора реле відключить внутрішнє реле управління K_1 і реле перевантаження K_H , включить реле аварії K_2 і включить постійним світінням червоним кольором світлодіодний індикатор «Навантаження /Перевантаження».

Функція захисту по блокуванню ротора (відтоків короткозамкненого ротора) і час із затримки включаються і настраюються при програмуванні.

Контроль аварійних режимів роботи по напрузі живлення

Напругу живлячої мережі контролює: ділянка максимальної напруги, ділянка мінімальної напруги, ділянка контролю чергування фаз. При перевищенні напругою живлення хоч би по одній з фаз рівня порогу налаштування ланки максимальної напруги, включається затримка відключення по максимальній напрузі, а також миготливий режим світлодіодного індикатора червоного кольору $U >$. Після закінчення часу затримки і тривалому перевищенні напруги, ланка максимальної напруги відключає внутрішнє реле управління K_1 , включає постійне світіння світлодіодного індикатора $U >$ і включає внутрішнє реле аварії K_2 . Відключення аварійного режиму ланкою перевищення напруги відбувається при напрузі живлення нижче рівня порогу налаштування по максимальній напрузі на (4...6) % від $U_{\text{макс}}$. При пониженні напругою живлення хоч би по одній з фаз рівня порогу налаштування по мінімальній напрузі, включається затримка відключення мінімальної напруги, а також включається миготливий режим світлодіодного індикатора червоного кольору $U <$. Після закінчення часу затримки і тривалому пониженні напруги, ланка мінімальної напруги вимикає внутрішнє реле управління K_1 , вмикаючи постійне світіння світлодіодного індикатора $U <$ і внутрішнє реле аварії K_2 . Відключення аварійного режиму ланкою пониження напруги відбувається при напрузі живлення вище рівня порогу налаштування по мінімальній напрузі (5...20) % від $U_{\text{мін}}$. (регульований рівень гістерезису).

Витримка часу відключення ланками мінімальної/максимальної напруги здійснюється тільки після пуску електродвигуна, і якщо вихід рівня напруги за допустимі пороги налаштувань стався до пуску, то внутрішнє реле, управління K_1 відключається без затримки.

У разі, якщо рівень налаштування порогу виключення по мінімальній напрузі перевищує рівень номінальної напруги, за поріг вимкнення приймається рівень номінальної напруги. Робота ланки мінімальної напруги на час пуску електродвигуна блокується. Ділянка контролю зміни фаз до пуску при неправильному зворотному перемиканні забороняє включення внутрішнього реле управління K_1 , включає внутрішнє реле аварії K_2 і запалює світлодіодний індикатор червоного кольору АВС. Відключення аварійного режиму ланкою контролю змінювання фаз відбувається після відновлення їх правильної зміни чергування.

Контроль опору ізоляції електродвигуна

Рівень допустимого опору ізоляції перед пуском електродвигуна контролює ланка виміру опору ізоляції. При пониженні опору ізоляції перед пуском нижче за поріг налаштування по ланці опору ізоляції блокується включення внутрішнього реле управління K_1 , включається внутрішнє реле аварії K_2 і включається світлодіодний індикатор червоного кольору «Ізоляція». Відключення аварійного режиму ланкою виміру опору ізоляції станеться при рівні ізоляції вище за поріг налаштування на 0,2 МОм (нерегульований рівень гістерезису).[1]

Контроль струму витoku

З метою відстеження (після пуску електродвигуна) ушкодження ізоляції або значного зниження величини її опору (нижче $4\div 5$ кОм), пов'язаного з проникненням всередину електродвигуна рідини, пробою обмоток на корпус, і так далі, виробляється контроль струму витoku на корпус. Струм витoku вимірюється в процентному відношенні до запрограмованого

номінального струму. При виникненні струму витоку на корпус електродвигуна після пуску і при досягненні ним величини порогу налаштування по ланці струму витоку, внутрішнє реле управління K_1 відключається, включається внутрішнє реле аварії K_2 і включається світлодіодний індикатор червоного кольору «Витік». Після відключення електродвигуна моніторинг його параметрів здійснюється ланкою контролю опору ізоляції.

Контроль стану контактів пускача

Перед пуском реле перевіряє стан контактів пускача або контактора. У разі залипання хоч би одного з контактів, ланка контролю не дозволяє включитися внутрішньому реле управління K_1 . При цьому включається внутрішнє реле аварії K_2 і постійне світіння світлодіодного індикатора «Залипання». При відключеній функції «Залипання» світлодіодний індикатор «Залипання» не включається. Відключення аварійного режиму ланкою контролю контактів пускача наступить при роз'єднанні усіх контактів пускача.

Контроль температури електродвигуна

Додатково в комплектацію реле може входити виносний інтегральний датчик температури. Вбудований модуль виміру температури разом з датчиком виконують контроль температури електродвигуна. При досягненні температурою електродвигуна рівня на 10°C нижче за налаштування порогу максимальної температури, включається миготливе світіння світлодіодного індикатора червоного кольору «Температура», що попереджає про наближення до аварійного режиму. Якщо температура електродвигуна продовжує підвищуватися і досягне запрограмованого максимального рівня, модуль виміру температури вимикає внутрішнє реле управління K_1 , внутрішнє реле аварії.

Висновок. Застосування даного пристрою дозволяє підвищити надійність та строки експлуатації силового електроустаткування. Проведений аналіз доцільності використання цифрового реле РДЦ-06 показав що завдяки наявності великій кількості налаштувань та функцій роботи з датчиками резервуара - це реле є найбільш підходящим для використання на насосних станціях.

Список використаних джерел.

1. Реле захисту електродвигунів РДЦ-06. Режим доступу: http://www.relsis.ua/relsis/tree/Products/zaschita_dvigatalej.htm
2. Вишне夫斯基 К.П., Проектирование насосных станций закрытых оросительных систем: справочник / К.П. Вишне夫斯基, А.В. Подласов – М.: Агропромиздат, 1990. – 93 с.
3. Техническая документация насосной станции. Типовой проект 33.61-180/5-6-НС-76
4. Залуцкий Э.В. Насосные станции. Курсовое проектирование / Э.В. Залуцкий, А.И. Петрухно. – К.: Высшая школа, 1987 – 167 с.

УДК621.313.333

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ТРИФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ ПРИ ЖИВЛЕННІ ВІД ОДНОФАЗНОЇ МЕРЕЖІ

Єлізаров Д.В., 5 курс;
Ковальов О.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено особливості роботи трифазного асинхронного двигуна з короткозамкненим ротором від мережі однофазного струму.

Постановка проблеми. Трифазний асинхронний двигун нормального виконання, може створювати момент що обертає, без вживання спеціальних заходів при живленні від мережі однофазного струму. Тому більш повний та систематизований розгляд особливостей його роботи від однофазної мережі є достатньо важливою проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Інформація яка приведена в літературних джерелах [1,2,3] про роботу трифазних двигунів, та способи керування при живленні від однофазної мережі є не досить повною та систематизованою, або розгорнута у неповному вигляді.

Формулювання цілей статті. Теоретичне дослідження особливостей пуску та роботи трифазного АД з короткозамкненим ротором від однофазної мережі.

Основна частина. Передбачимо, що ланцюг одного з живлячих проводів працюючого двигуна, приєднаного до трифазної мережі, розімкнувся (наприклад, унаслідок перегорання плавкої вставки запобіжника). Машина, що виявилася в однофазному режимі з послідовним або послідовно-паралельним з'єднанням обмоток статора (рис.1), продовжуватиме обертатися, долаючи момент опору навантаження.

У першому випадку одна фаза повністю втрачає живлення, в другому відбувається зменшення напруги на кожній з двох фаз, сполучених послідовно. Частота обертання двигуна при цьому в обох випадках знижується, а ковзання збільшується.

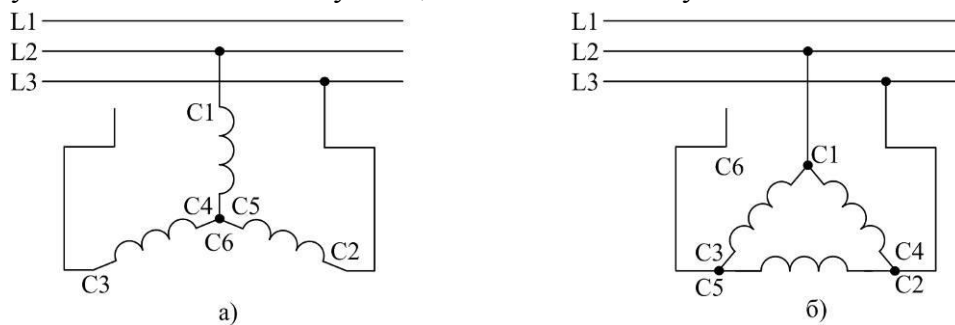


Рисунок 1 – Однофазне включення асинхронного двигуна при з'єднанні:
а – зіркою; б – трикутником.

Збільшення ковзання при незмінному навантаженні на валу буде супроводжуватися значним зростанням струму. Для запобігання надмірному перегріву обмоток необхідно понизити навантаження двигуна до 50-60 % номінального. Зупинивши трифазний двигун, що працює в однофазному режимі, легко переконатися в тому, що пустити його в хід безпосередньо включенням в мережу однофазного струму неможливо. Момент, що обертає, при пуску виявляється рівним нулю. Це обумовлено характером магнітного поля статора, яке в однофазному режимі є пульсуючим.

Пульсуюче поле може бути представлене у вигляді двох полів, що обертаються з однією і тією ж синхронною частотою в протилежні сторони. Найбільше значення (амплітуда) кожного з них дорівнює половині амплітуди пульсуючого поля. Розкладання пульсуючого поля і його зміна в часі ілюструються простою графічною побудовою з допущенням, що обмотка, по якій проходить струм створює в повітряному зазорі машини синусоїдально розпо-

ділене магнітне поле. Кожне з полів що обертаються, наводить в обмотці ротора ЕДС, під впливом яких виникають струми. Взаємодія полів, що обертаються, із струмами ротора приводить до утворення моментів, що обертаються, направлених в протилежні сторони.

Нерухомий ротор по відношенню до цих полів знаходиться в однакових умовах, що тому обертаючі моменти повністю врівноважують один одного, цим і пояснюється та обставина, що трифазний двигун в однофазному режимі не має початкового (пускового) моменту.

Пряме поле, тобто поле, напрям обертання якого збігається з напрямом обертання ротора, наводить в його обмотці струми невеликої частоти (2-3 Гц при частоті напруги мережі 50 Гц). Позначимо момент, обумовлений прямим полем, через M . Зустрічному (зворотному) полю відповідає гальмівний момент M_2 . Токи, що індукуються в обмотці ротора зустрічним полем, при малих значеннях ковзання мають підвищену частоту (близько 100 Гц) і, стаючи тому майже чисто реактивними, надають дію, що розмагнічує. Послаблення зустрічного поля викликає зменшення гальмівного моменту M_2 .

Кожне з магнітних полів (пряме і зворотне), що обертаються, є круговим. Просторовий вектор магніторушійної сили (МРС) кругового поля обертається з рівномірною швидкістю, причому кінець вектора переміщається по колу. Діаграми прямого і зворотного магнітних полів з МРС F_1 і F_2 показані на рис. 2, а, б.

Результуюче магнітне поле, обумовлене результуючою МРС F , стає еліптичним: кінець вектора F при обертанні описує еліпс. Для еліптичного поля характерна непостійність миттєвої швидкості обертання просторового вектора результуючою МРС і, відповідно, магнітного поля машини. Ця обставина може стати причиною виникнення вібрацій, особливо при малих моментах інерції ротора.

Наявність моменту гальмування приводить до погіршення характеристик двигуна в однофазному режимі: в порівнянні з трифазним АД має менші ККД і коефіцієнт потужності.

Зменшення ККД пов'язано із зростанням втрат, обумовлених появою зворотного поля. Зниження коефіцієнта потужності пояснюється збільшенням струму, що намагнічує.

Як вже наголошувалося, істотним недоліком трифазного двигуна при однофазному включенні є відсутність пускового моменту. Двигуни малої потужності можна пустити в хід «від руки», але цей спосіб непридатний для потужніших приводів. Тому завдання безпосереднього пуску трифазного двигуна від однофазної мережі має важливе значення. Одне з можливих її рішень розглядається в справжній книзі. Ідея його полягає в створенні в повітряному зазорі машини магнітного поля, що обертається — еліптичного або кругового.

У еліптичному полі окрім моменту M , що обертає, виникає гальмівний момент M_2 . У круговому полі гальмівний момент відсутній.

Для здобуття кругового поля, що обертається, мають бути дотримані певні умови. При двох статорних обмотках магнітне поле стає круговим, якщо їх МРС, рівні за значенням, та зрушені в просторі на 90° (електричних) і в часі. Відмітимо, що під МРС, яка завжди збігається з віссю обмотки, розуміють добуток струму обмотки на число її витків (ефективних).

Розглянемо схему включення трифазного двигуна в однофазну мережу (рис. 3, а). Одна обмотка статора утворена фазою С1-С4, інша складається з двох послідовно сполучених фаз: С2-С5, С3-С6. Назвемо першу обмотку пусковою, а другу робочою, або головною. Стрілками 1-3 (рис. 3, б) для деякого моменту часу умовно показані напрями і значення пульсуючих МРС окремих фаз двигуна. Вісь МРС «головної» обмотки (стрілка 4) знаходять за правилом паралелограма)(рис. 3, в).

Як видно, вісь МРС головної фази виявляється зміщеною відносно осей МРС статорів обмоток С2-С5, С3-С6 на 30° . При цьому між осями МРС головної і пускової обмоток створюється просторове зрушення, рівний 90° . При з'єднанні обмоток двигуна трикутником виходить той же результат. Для здобуття зрушення МРС, створюваних струмами обмоток в часі, в ланцюг пускової обмотки включають активний опір, індуктивний опір або конденсатор. У першому і другому випадках створюється еліптичне поле, що обертається, оскільки зміщення в часі між струмами обмоток виходить значно менше за A період. До переваги цих способів пуску відносяться простота і відносно невисока вартість пускових елементів.

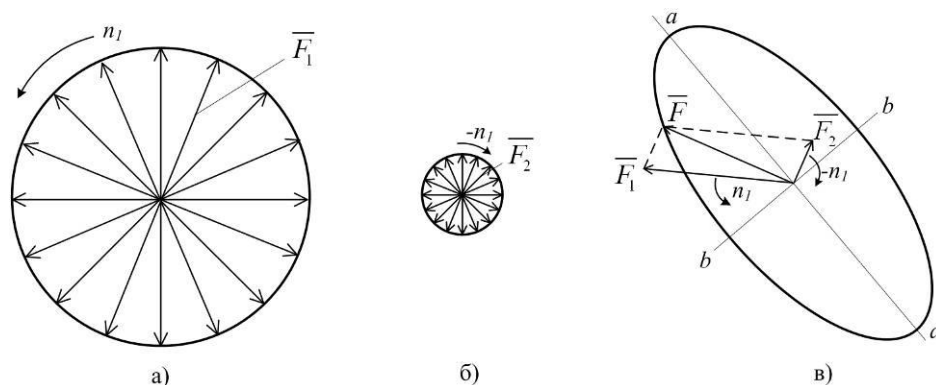


Рисунок 2 – Діаграми магнітних полів, що обертаються:
а - прямого круга; б - зворотного круга; в – еліптичного.

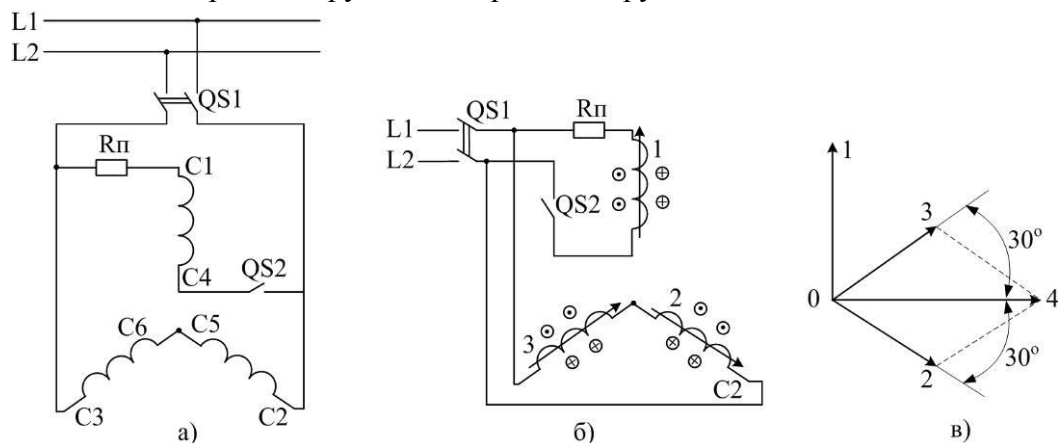


Рисунок 3 – Утворення просторового кута зсуву між осями головної і пускової обмоток однофазного двигуна

Якщо як фазозсувний елемент використовувати конденсатор, то можна отримати магнітне поле, що обертається, близьке до кола, а в деяких випадках і коло.

Пуск двигуна в хід відбувається наступним чином. При замкнутому рубильнику QS2 (рис. 3, б) включається рубильник QS1. Після досягнення частоти обертання, близької до синхронної, ланцюг пускової обмотки з пусковим елементом $R_{п}$ розмикається вручну або автоматично, наприклад, за допомогою реле контролю швидкості. Під напругою мережі на час роботи залишається лише головна фаза.

Висновки. Порівняння різних способів пуску показало, що пусковий струм для одного і того ж значення моменту виходить найменшим при пуску за допомогою включення конденсатора. Із зменшенням пускового струму зменшуються коливання напруги в лінії, що приводить до поліпшення умов пуску унаслідок відомої пропорційності між моментом асинхронного двигуна, що обертає, і квадратом прикладеної напруги.

Для однакових пускових струмів початковий момент двигуна, що обертає, з конденсатором в ланцюзі пускової обмотки значно перевершує момент, що отримується при включенні активного опору або індуктивності.

Список використаних джерел.

1. Костенко М. П. Электрические машины. Ч.2. Машины переменного тока/ М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский – Л., Энергия, 1973. - 346 с.
2. Вольдек А.И. Электрические машины/ А.И. Вольдек – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
3. Чиликин М.Г. Общий курс электропривода: учебник для вузов/ М.Г. Чиликин, А.С. Сандлер – М.: Энергоиздат, 1981. – 579 с.
4. Вольтинский Б.А. Электротехника/ Б.А. Вольтинский, Е.Н. Зейн, В.Е. Шатерников Москва. Энергоавтомиздат, 1987. – 424-426с.
5. Работа трехфазного асинхронного двигателя от сети однофазного тока. - Режим доступа: <http://leg.co.ua/info/elektricheskie-mashiny/rabota-trehfaznogo-asinhronnogo-dvigatelya-ot-seti-odnofaznogo-toka.html>

УДК 631.354-83

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Троц А.В., магістрант;

Зайцев Б.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Роботу присвячено проблемі регулювання подачі зерна до зерноочисної машини в залежності від того наскільки завантажений привід цієї машини.*

141

Постановка проблеми. Однією з найважливіших задач в області інтенсифікації сільськогосподарства є комплексна електрифікація усіх процесів сільськогосподарського виробництва, наприклад розробка схем та технічних засобів для використання електроприводу.

Використання автоматизованого електроприводу є досить перспективним напрямом, адже це дозволить нам автоматизувати процес, що в свою чергу підвищить надійність роботи системи.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день існує безліч різноманітних схем регулювання частоти обертання, кожна з них має свої переваги та недоліки, які і обумовлюють використання тої чи іншої схеми. Для того щоб обрати одну із схем для регулювання обертів необхідно провести аналіз та обрати одну із схем.

Як відомо навантажувальні діаграми очисних машин мають змінний характер. Зміна навантаження в часі залежить від часу подачі продукту до робочих органів. При її нерівномірності, завантаження машин є змінним і це прямо відображається на її енергетичній ефективності як зокрема машини, так і потокової лінії в цілому, тому виникає потреба вирівнювання графіка споживаємої потужності. Для цих цілей існує ряд пристроїв, які регулюють подачу початкового продукту. Завантаження машин здійснюються по струму, ковзанню і моменту привідного двигуна. Найбільш простий спосіб завантаження двигуна може здійснюватися по струму, тому в регулюванні застосовують, як правило, датчики струму із трансформаторами струму.

Формулювання цілей статті. Основною задачею є аналіз та використання найбільш ефективного способу регулювання подачі зерна до очисної машини, такого, який би мав найменші втрати та затрати був простим в експлуатації але в той же час мав довгий термін роботи.

Основна частина. Існує ряд способів регулювання подачі, основні з них:

- схема регулювання подачі за рахунок зміни частоти віброживильника
- схема регулювання подачі зміною магнітного потоку
- схема регулювання подачі з використанням регулювання приводу засувки
- схема регулювання подачі зміною напруги
- схема регулювання подачі з використанням частотного перетворювача

Остання схема для практичної реалізації підходить найбільше, тому обираємо її.

Частотний спосіб є одним з найбільш перспективних і широко використовуваних на даний час способів регулювання частоти обертання найбільш надійних і дешевих асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором. Він забезпечує плавне регулювання частоти обертання в широкому діапазоні з високою жорсткістю отримуваних характеристик (рисунок 1).

Для кращого використання асинхронного двигуна одночасно із зміною частоти живлячої напруги необхідно змінювати і величину цієї напруги [1].

При виборі співвідношення між частотою і напругою, що підводиться до статора асинхронного двигуна, виходять з умови збереження перевантажувальної здатності, тобто відношення максимального (критичного) моменту двигуна $M_{кр}$ до моменту навантаження M_c . Якщо нехтувати активним опором статора і врахувати, що $X_k \sim f_1$ і $\omega_1 \sim f_1$, то

$$\frac{M_{KP}}{M_C} = \frac{3U_1^2}{2\omega_1 X_K M_C} = A \frac{U_1^2}{f_1^2 M_C} = const. \quad (1)$$

Отже, для будь-яких двох значень частоти f_{1i} і f_{1k} необхідно дотримувати наступне співвідношення:

$$\frac{U_{1i}^2}{f_{1i}^2 M_{Ci}} = \frac{U_{1k}^2}{f_{1k}^2 M_{Ck}} \quad (2)$$

де M_{Ci} , M_{Ck} – моменти навантаження при частотах обертання асинхронного двигуна, відповідних частотам f_{1i} і f_{1k} .

Основний закон зміни напруги при частотному способі регулювання частоти обертання асинхронного двигуна

$$\frac{U_{1i}}{U_{1k}} = \frac{f_{1i}}{f_{1k}} \sqrt{\frac{M_{Ci}}{M_{Ck}}} \quad (3)$$

Якщо вимагається регулювати частоту обертання при постійному моменті ($M_C=const$) навантаження, то рівняння (3) матиме вигляд

$$U_{1i}/f_{1i} = U_{1k}/f_{1k} = const \quad (4)$$

Якщо необхідно підтримувати режим постійної потужності електродвигуна $P_2 = M_H \Omega = const$, то, прийнявши частоту обертання ротора Ω приблизно пропорційній частоті f_1 , отримуємо умову

$$M_{Hi} f_{1i} = M_{Hk} f_{1k} \quad (5)$$

або з урахуванням виразу (3)

$$U_{1i}/U_{1k} = \sqrt{f_{1i}/f_{1k}} \quad (6)$$

На рисунку 1а приведені схема частотного регулювання частоти обертання асинхронного двигуна, а на 1б і (механічні характеристики двигуна при виконанні співвідношення (4), а також $U_1=const$ при $f_1 > f_{1н}$. Для частот нижче номінальної ($f_1 < f_{1н}$) критичний момент двигуна постійний, що забезпечує незмінну перевантажувальну здатність двигуна [2].

При частотах вище за номінальну ($f_1 > f_{1н}$), коли за технічними умовами напруга не може бути вище за номінальну (внаслідок високого насичення магнітопровода або небезпеки швидкого старіння ізоляції при підвищеній напрузі на обмотці статора), критичний момент зменшується.

На малих частотах нехтування активним опором обмотки статора при виведенні основного закону регулювання напруги помітно відбивається на характеристиках електроприводу. В цьому випадку часто регулювання двигуна здійснюють за законом постійності магнітного потоку. Електромагнітний момент при заданій частоті струму в роторі пропорційний квадрату магнітного потоку

$$M = c_M \Phi_m I_2 \cos \psi_2 = c_M \Phi_m E_{2s} R_2 / (R_2^2 + X_{2s}^2) = C \Phi_m^2 \quad (7)$$

Значить, для підтримки максимального моменту незмінним необхідно мати постійний потік, тобто при регулюванні частоти повинна дотримуватися умова $E_1/f_1=const$.

Для забезпечення незмінного магнітного потоку живлячу напругу U_1 змінюють по умові

$$|\dot{U}_1 - R_1 \dot{I}_1 - jX_1 \dot{I}_1|/f_1 = const. \quad (8)$$

Необхідним елементом частотного електроприводу є перетворювач частоти (і напруга), на вхід якого подається стандартна напруга мережі U_1 (220, 380 і т. д.) промислової частоти $f_1=50$ Гц, а з виходу знімається змінна напруга U_{per} регульованої частоти f_{per} . Вхідна частота і напруга регулюються за допомогою сигналу, що управляє, зміна якого впливає на величину частоти обертання двигуна. До складу перетворювача входять наступні елементи: вхідний фільтр, що служить для зменшення пульсацій струму живлячої мережі постійного струму; регулятор напруги, що дозволяє змінювати напругу на обмотках статора асинхронного двигуна відповідно до вибраного закону регулювання при зміні частоти; власне перетворювач частоти (інвертор), що по черзі підключає фази обмотки статора двигуна до шин

різної полярності. Сучасні перетворювачі частоти виконують на основі транзисторів (у двигунах великої потужності тиристорів), що працюють в режимі ключів.

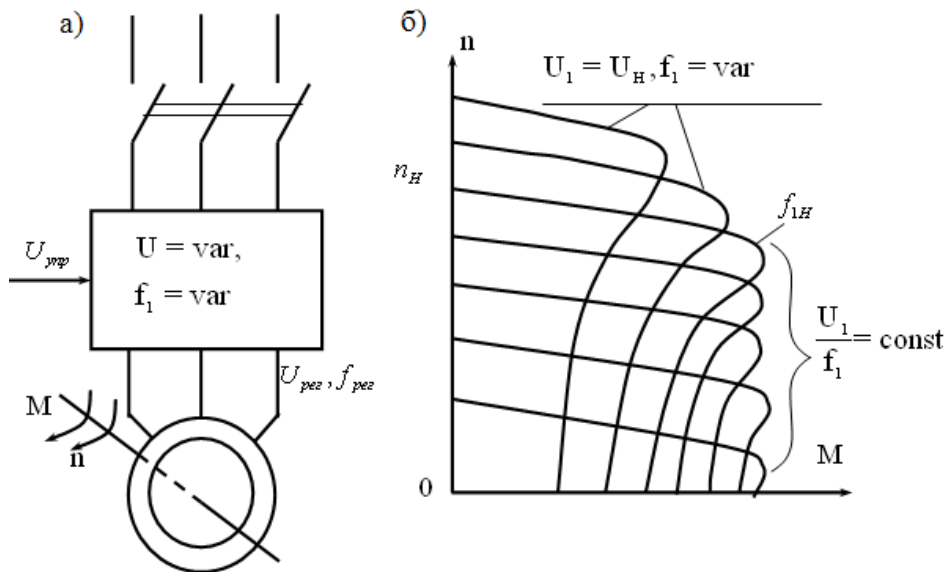


Рисунок 1 - Схема регулювання (а) і механічні характеристики двигуна при частотному керуванні(б).

Особливостями роботи частотно-регульованого двигуна є:

- несинусоїдальність живлячої напруги і вищі тимчасові гармоніки магнітного поля, викликані несинусоїдальністю, породжують підвищені втрати потужності, шуми і вібрації, додатковий нагрів обмоток і магнітопровода;
- робота в перехідних режимах (як основний режим роботи частотно-керованих двигунів), що вимагає підвищення швидкодії двигуна, що можливо при зниженні моменту інерції ротора за рахунок зменшення його діаметру при збільшенні активної довжини машини;
- застосування незалежної вентиляції в машині, оскільки при зниженні частоти обертання і при досить високому завантаженні самовентиляція виявляється неефективною.

Зменшення впливу несинусоїдальності досягається збільшенням повітряного проміжку. Крім того, при підвищеному проміжку зменшуються втрати потужності, можливе збільшення насичення зубців статора, що сприяє зменшенню активного опору R_1 і, як наслідок, збільшення максимального моменту.

Висновки. Отже, розглянутий спосіб регулювання подачі зерна до очисної машини є доцільним для використання з різних точок зору у порівнянні з іншими способами. Він дозволяє отримати досить таки широкий діапазон регулювання, низька інтенсивність відмови схеми, високий час безвідмовної роботи та багато інших показників, які позитивно характеризують схему.

Список використаних джерел

1. Справочник радиолюбителя, часть 2 / Р.М.Терещук, Р.М. Домбреров [и др.]. Киев: Техника, 1970.-694с.
2. Горбачев Г.Н. Промышленная электроника / ГН., Горбачев Е.Е. Чаплыгин . – М.: Энергоатомиздат, 1988.-320с.

УДК 621.316.726

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТРАНСПОРТЕРА НА БАЗІ ПРИСТРОЇВ ПЛАВНОГО ПУСКУ

Шевченко С.С., 3 курс;
Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

В роботі проведено аналіз експлуатаційних умов, в яких працює електропривод скребкового гноєзбирального транспортера, розглянуті недоліки та переваги існуючих способів пуску АЕП та наведено обґрунтування застосування пристрою плавного пуску ЕП скребкового гноєзбирального транспортера.

144

Постановка проблеми. Підвищення надійності роботи електроприводу в сільськогосподарському виробництві як в Україні, так і за її межами, є в наш час є актуальною задачею. Розвиток математичної теорії машин змінного струму, створення удосконалених силових напівпровідникових приладів та перетворювачів на їх основі, використання сучасних засобів управління, включаючи мікропроцесорні, дозволили створити високоякісні та надійні системи регульованих асинхронних електроприводів, які стають основним видом регульованого електроприводу, витісняючи електропривод постійного струму.

Аналіз останніх досліджень. Проведений аналіз науково-технічної літератури показав, що електропривод скребкового гноєзбирального транспортера, який в основному використовується на фермах ВРХ, знаходиться в дуже важких експлуатаційних умовах. При запуску приводу скребкових транспортерів відбувається значне перевищення розрахункового навантаження, особливо в зимовий час. Великий початковий пусковий струм викликає значні просадки напруги на живильних шинах підстанції (при сумірною потужності трансформатора і двигуна), що порушує роботу, як інших споживачів, так і самого двигуна (затягування пуску). Великий пусковий струм викликає також значні термічні перевантаження обмотки, наслідком чого може бути прискорене старіння ізоляції, її пошкодження і, як результат, міжвиткове коротке замикання. Значні коливання моменту двигуна на початковому етапі пуску, які можуть перевищувати 4-5 кратне значення номінального моменту, створюють несприятливі умови для роботи механіки (кінематичного ланцюга, в даному випадку ланцюга транспортера).

Мета роботи. Підвищення надійності роботи електроприводу СТ на підставі пристрої плавного пуску (ППП) та забезпечення енергозберігаючого режиму роботи під час перехідних процесів в електродвигуні приводу транспортера.

Основні матеріали досліджень. Скребковий транспортер (рис.1) - транспортуючий пристрій безперервної дії, в якому переміщення насипних вантажів здійснюється по нерухомому жолобу за допомогою скребоків, закріплених на одній або декількох тягових ланцюгах і занурених у шар насипного вантажу.

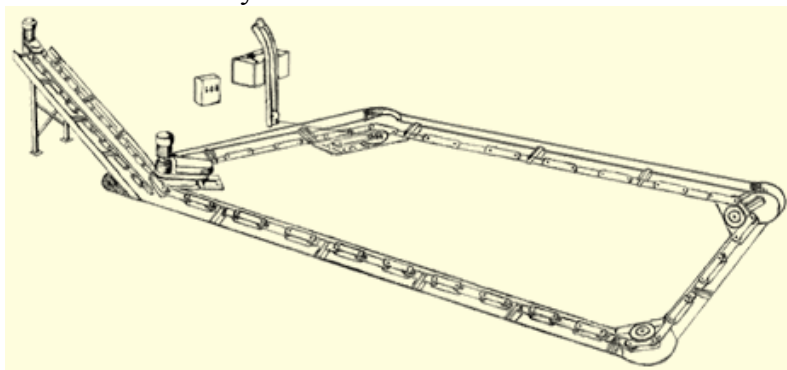


Рисунок 1 – Скребковий гноєзбиральний транспортер

При запуску електродвигуна: великий початковий пусковий струм викликає значні просадки напруги на живильних шинах підстанції (при сумарній потужності трансформатора і двигуна), що порушує роботу, як інших споживачів, так і самого двигуна (затягування пуску). - Великий пусковий струм викликає також значні термічні перевантаження обмотки, наслідком чого може бути прискорене старіння ізоляції, її пошкодження і, як результат, міжвиткове коротке замикання.

Значні коливання моменту двигуна на початковому етапі пуску, які можуть перевищувати 4-5 кратне значення номінального моменту, створюють несприятливі умови для роботи механіки (кінематичного ланцюга). Тому метод пуску асинхронних електродвигунів прямим підключенням до мережі має три серйозні недоліки - вплив на сам двигун, на мережу і на технологічний процес. Вплив на сам двигун: Пікові кидки струму в перехідному процесі пуску (6-10-кратні по відношенню до номінального) призводять до значних зусилля на провідники, розташовані в лобових частинах обмотки електродвигуна, і як наслідок - до ослаблення бандажування обмотки, поступового порушення (перетирання) ізоляції і передчасного виходу двигуна з ладу через коротке замикання витків обмотки. При подачі повної напруги на статор асинхронної машини мають місце два несприятливих фактора, а саме:

- велика кратність початкового пускового струму, яка досягає (6 - 10) I_n ,
- коливальний затухаючий характер пускового моменту двигуна.

Пристрій плавного пуску – пристрій, що використовується для плавного пуску асинхронних електродвигунів з «вентиляторної» (квадратично залежною від швидкості) характеристикою навантажувального моменту, яке дозволяє при запуску утримувати параметри двигуна (струму, напруги та т. д.) в безпечних межах. Його застосування забезпечує обмеження швидкості наростання і значення пускового струму шляхом плавного наростання напруги на обмотках статора від нуля до номінального значення протягом заданого часу. Це дозволяє знизити ймовірність перегріву двигуна, усуває ривки в механічних приводах, що, в кінцевому підсумку, підвищує термін служби і електродвигуна і його приводу.

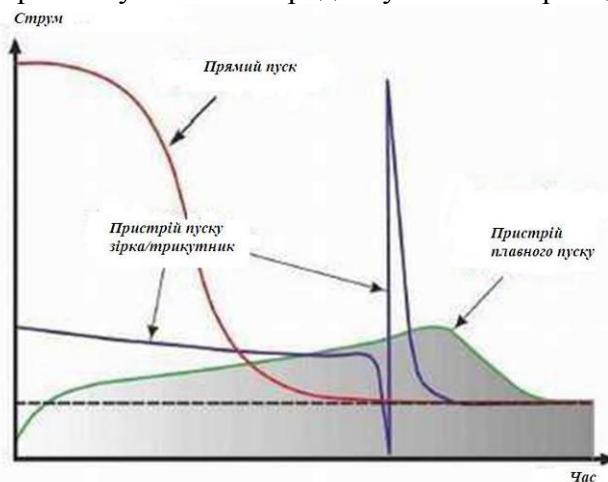


Рисунок 2 – Залежність струму від часу при різних запусках двигунів

Висновок. Таким чином, застосування УПП дозволяє зменшити пускові струми, знизити ймовірність перегріву двигуна, підвищити термін служби двигуна, усунути ривки в механічній частині приводу в момент пуску і зупинки двигунів. Поряд з ефектом від плавного пуску, УПП дозволяють знизити активну споживану потужність, суттєво знизити реактивну потужність, захистити двигун, знизити шум, нагрів і вібрацію електродвигуна.

Список використаних джерел

1. Schneider Electric. Устройства плавного пуска и торможения Altistart 48. Каталог 2002.
2. АВВ. Системы плавного пуска. Учебное пособие. Февраль 2003. – 120 с.
3. Михаил Ермаков. Плавный пуск — от теории к практике // Компоненты и технологии – 2006. - № 2. – С.

УДК 621.386

ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Степаненко І.В. 5 курс;

Хандола Ю.М. к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Розглянуті параметри регульованого електроприводу вібраційних робочих органів ґрунтообробних машин. Встановлено, що приводні масивно-роторні двигуни дають можливість зменшити пульсацію струму та моменту за рахунок підвищеного опору роторного кола, в результаті чого втрати енергії в приводах зменшуються

146

Постановка проблеми. В сучасному сільськогосподарському виробництві одним із основних технологічних процесів є обробка ґрунту, що виконується мобільними агрегатами. Автоматизація мобільних машин дозволяє підтримувати задані агротехнічні норми, а також збільшувати продуктивність агрегатів та економію палива. При обробці ґрунту доцільно застосовувати машини та механізми з активними робочими органами, зокрема з вібруючими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з аналізу літературних джерел, для підтримання оптимальної вібрації робочих органів ґрунтообробних машин, в залежності від швидкості її пересування та фізико-механічних властивостей ґрунту, необхідно змінювати частоту коливань робочих органів. Для цього необхідно змінювати частоту обертання ексцентриків за рахунок зміни частоти обертання приводного двигуна, враховуючи при цьому такі величини, як момент опору, електромагнітний момент, струми ротора і статора для двигунів з масивним ротором.

Мета статті. Необхідність показати, як змінюються струми і моменти в електроприводах з вібруючими робочими органами при зміні частоти обертання двигунів у процесі підтримання оптимальної частоти коливань робочого органу.

Основні матеріали досліджень. Відмінною особливістю вібраційних робочих органів при обробці ґрунту є їх кінематична невизначеність. Це значить, що закон руху робочого органу залежить від динамічних факторів: реакцій ґрунту та його жорсткості. У зв'язку з цим вібруючі робочі органи ґрунтообробних машин змінюють свій режим роботи. Важливою є розробка системи автоматичного налаштування вібруючих робочих органів на оптимальний режим роботи, забезпечення якого можна отримати при виконанні наступної нерівності

$$\frac{V}{v^2} \leq \frac{cab}{d}, \quad (1)$$

де V – швидкість руху вібруючого органу;

v – кутова частота обертання ексцентриків вібратора;

c, a, b – величини, що характеризують геометричні розміри робочого органу;

d – параметр, що залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту.

Сучасні трактори, що мають всережимні регулятори, забезпечують сталість поступової швидкості руху на відповідній передачі. Для підтримки умови (1), при зміні фізико-механічних властивостей ґрунту необхідно змінювати частоту обертання ексцентриків за рахунок зміни частоти обертання приводного двигуна. Зміну частоти обертання приводного двигуна можна здійснити, змінюючи величину напруги і частоту струму мережі живлення або параметри самого двигуна. Зміна параметрів живильної мережі з метою регулювання частоти обертання, як правило, викликає підвищення струмів ротора і статора та подальший перегрів ізоляції. Струм статора асинхронної машини визначається наступним виразом:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_0 + I'_2, \quad (2)$$

де I_1 – струм статора;

I_0 – струм холостого ходу;

I'_2 – приведений струм ротора до статора.

$$I'_2 = \frac{I_2}{K_i}, \quad (3)$$

де K_i – коефіцієнт трансформації по струму.

Діюче значення струму статора можна визначити з виразу

$$I_1 = \sqrt{I_0^2 + (K_\sigma)^2 (-I'_2)^2}, \quad (4)$$

де K_σ – коефіцієнт збільшення струму від розсіювання, $K_\sigma = 1,1 \dots 1,2$.

147

Зміна напруги або частоти мережі живлення впливає на намагнічуючий струм, який у свою чергу впливає на загальний струм холостого ходу. Для визначення цієї зміни існують точні теоретичні методи й імперичні формули. При зміні напруги в межах $(0,6 \dots 0,125) \cdot U_H$ струм холостого ходу визначається з виразу

$$I_o = \frac{0,18 + 0,16K_U}{1 - 0,66K_U} I_{0n}, \quad (5)$$

де K_U – відносна напруга у в.о. від номінальної;

I_{0n} – струм холостого ходу при номінальній напрузі.

Друга складова струму статора залежить від електромагнітного моменту

$$P_{e2} = m_1 (I'_2)^2 R'_2 = M \omega_0 s_n, \quad (6)$$

де m_1 – число фаз статора

R'_2 – привед. активний опір ротора до статора;

M – електромагнітний момент;

ω_0 – синхронна частота обертання поля статора;

s – поточне значення ковзання двигуна.

Нехтуючи механічними та додатковими втратами, які, як правило, не перевищують одного відсотка від номінальної потужності, приймаємо

$$M = M_c. \quad (7)$$

Залежно від типу механізму або машини момент її опору при зміні частоти обертання можна представити рівнянням

$$M_{on} = M_{cn} \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x \quad (8)$$

де M_{cn} – момент опору машини при номінальній частоті обертання;

ω – потокове значення частоти обертання робочого органу машини;

ω_n – номінальна частота обертання робочого органу машини;

x – показник ступеня залежить від виду механізму або машини.

Рівняння (6) з урахуванням виразу (7) можна записати

$$m_1 (I'_2)^2 R'_2 = M_{cn} \omega_0 s_n. \quad (9)$$

Для ковзань, відмінних від номінальних з урахуванням характеру зміни моменту отримаємо

$$m_1 (I'_{2x})^2 R'_{2x} = M_{cn} \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x \omega_0 s_x, \quad (10)$$

Так як $\omega_x = \omega_0 (1 - s_x)$, а $\omega_n = \omega_0 (1 - s_n)$ в межах зміни ковзання двигуна можна записати

$$(I'_{2x})^2 R'_{2x} = (I'_{2н})^2 R'_{2н} \frac{s_x}{s_n} \left(\frac{1-s_x}{1-s_n} \right)^x \quad (11)$$

Незначний вплив ефекту витіснення струму при зміні ковзання в межах $s_x=0\dots 0,4$ в двигуні з короткозамкненим ротором дозволяє прийняти рівність: $R'_{2н} = R'_{2x}$. У цьому випадку вираз (11) приймає вигляд

$$(I'_{2x})^2 = (I'_{2н})^2 \frac{s_x}{s_n} \left(\frac{1-s_x}{1-s_n} \right)^x \quad (12)$$

Розділивши ліву і праву частину рівності на $(I'_{2н})^2$ отримаємо:

$$\frac{(I'_{2x})^2}{(I'_{2н})^2} = \frac{s_x}{s_n} \left(\frac{1-s_x}{1-s_n} \right)^x, \quad (13)$$

$$\frac{(I'_{2x})^2}{(I'_{2н})^2} = K_p, \quad (14)$$

де K_p – коефіцієнт завищення габаритної потужності двигуна.

Рішення виразу (13) з урахуванням зміни характеру моменту опору, дозволяє визначити відносну зміну струму і втрати у приводному двигуні. У двигунах з масивним ротором змінюється жорсткість механічної характеристики при зміні величини підведеної напруги, що призводить до плавного регулювання частоти обертання. Особливість двигуна такої конструкції полягає у зміні активного опору ротора в залежності від ковзання та магнітної проникності

$$R'_{2x} = \sqrt{\mu_x S_x} R'_{2к}, \quad (15)$$

де $R'_{2к}$ – приведений активний опір масивного ротора при $s=1$;
 μ_x – магнітна проникність, що відповідає струму ротора при ковзанні s_x .

Підставивши значення R'_{2x} у вираз (11), отримаємо:

$$(I'_{2x})^2 R'_{2к} \sqrt{\mu_x S_x} = (I'_{2н})^2 \sqrt{\mu_n S_n} \left(\frac{1-s_x}{1-s_n} \right)^x, \quad (16)$$

де s_n – номінальне ковзання двигуна з масивним ротором, $s_n = 0,1\dots 0,2$;
 I'_2 – наведений струм ротора, що відповідає номінальному ковзанню при напрузі рівній номінальному значенню $U=U_n$.

Зробивши перетворення виразу (16), отримаємо:

$$\left(\frac{I'_{2x}}{I'_{2н}} \right)^2 = \sqrt{\frac{\mu_n}{\mu_x}} \sqrt{\frac{s_x}{s_n}} \left(\frac{1-s_x}{1-s_n} \right)^x = K_p, \quad (17)$$

де μ_n, μ_x – відповідно, відносна магнітна проникність при номінальному значенні струму ротора $I'_{2н}$, при будь-якому значенні струму I'_{2x} .

Значення струму $I_{2х}$ при пульсуючому навантаженні, яке обумовлене роботою віброуючих робочих органів ґрунтообробних машин, можна визначити з виразу

$$I_{2х} = \sqrt{(I'_{2ср})^2 + (\Delta I'_2)^2}, \quad (18)$$

де $I'_{2ср}$ – середнє значення струму роторного ланцюга при пульсуючому навантаженні, приведеного до статора;

$\Delta I'_2$ – пульсуюча складова струму при зміні напруги в мережі, приведена до статора.

Величина пульсуючої складової струму дорівнює:

$$\Delta I_2 = \sqrt{(\Delta I_{2+})^2 + (\Delta I_{2-})^2}, \quad (19)$$

$$\Delta I_{2+} = \frac{K_U E}{\sqrt{\left(\frac{R_{2m} \sqrt{1/s+v}}{s+v}\right)^2 + (X_{2m})^2}} \quad (20)$$

$$\Delta I_{2-} = \frac{K_U E}{\sqrt{\left(\frac{R_{2m} \sqrt{1/s-v}}{s-v}\right)^2 + (X_{2m})^2}} \quad (21)$$

де E - пульсуюча е.р.с. ротора, приведена до статора двигуна;
 R_{2m} - активний і реактивний перехідний опір ротора приведений до статора двигуна;
 s - ковзання, відповідне середньому значенню;
 ν - відносна частота вимушених коливань.

Середнє значення струму ротора при пульсуючому навантаженні дорівнює

$$I'_{2cp} = \frac{K_U U_n}{J'_{2m}} \times \frac{-JK_S S}{(R'_{2m} X'_{2sm} + sR'_s X'_{2m}) + J(sX'_{sm} X'_{2m} - \sigma R'_s R'_{2m})}, \quad (22)$$

де σ - результуючий коефіцієнт розсіювання;
 X_{sm} - перехідний реактивний опір статора;
 K_s - коеф. електромагнітного зв'язку статора.

Для кількісної оцінки коефіцієнта завищення потужності асинхронних двигунів різних модифікацій використовуються в регульованому приводі. Значення струму $I'_{2н}$ та магнітної проникності необхідно приймати з умови допустимого перевищення температури двигуна над температурою навколишнього середовища при тривалому режимі роботи. Для розрахунку відносної зміни струмів (17) трохи ускладнюється залежністю магнітної проникності μ_x від шуканого струму I'_{2x} . Розрахунки спрощуються, якщо на початку прийняти магнітну проникність незмінною, а надалі провести уточнення з урахуванням конкретної машини з певною магнітною характеристикою матеріалу ротора. Для вібратора потужністю $P_n = 600$ Вт з номінальним ковзанням $s_n = 0,07$ при поточному значенні ковзання $s_k = 0,21$ коефіцієнт завищення потужності двигуна дорівнює $K_p = 1,5$, а для такого ж вібратора, що має масивний ротор виконаний з електротехнічної сталі при інших рівних умовах $K_p = 1$. Асинхронна машина із змінними параметрами роторної ланцюга відчуває менші струмові перевантаження при регулюванні частоти обертання за рахунок зміни величини підведеної напруги.

Висновки. Аналіз режимів роботи різних асинхронних двигунів при регулюванні частоти обертання віброуючих робочих органів ґрунтообробних машин показує, що необхідно застосовувати двигуни з підвищеним опором роторного кола, це приводить до зменшення пульсуючих струмів та моментів, а значить до поліпшення їх енергетичних показників.

Список використаних джерел

1. Мартыненко И. И. Методика определения момента сопротивления рабочих машин с переменной нагрузкой. / И. И. Мартыненко, Н. А. Корчемный. // Сб. "Вопросы электрификации сельского хозяйства" - К.: Урожай, 1970. - Вып.30. - 364 с.
2. Гаврилюк И. А. Исследования режимов работы и энергетических показателей электроприводов вибрирующих рабочих органов почвообрабатывающих машин. / И. А. Гаврилюк // Сб. научн. тр. БЧМЭСХ - Минск. - ч. II. - 1979. - 272 с.
3. Гаврилюк І. А. Електроприводи машин та механізмів, які працюють зі змінним навантаженням в АПК / І. А. Гаврилюк, І. П. Ільчов, Ю. М. Хандола - Харків: ХНТУСГ, 2004. - С.72-76.

УДК 623.31

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ ДВИГУНІВ

Верещагін Д.В., 5 курс;

Кізім І.В., інженер;

Богатирьов Ю.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В даній статті пропонується мікропроцесорний пристрій захисту асинхронних електродвигунів призначений для виключення двигуна при різних аварійних режимах його роботи.

Постановка проблеми. Трифазні асинхронні електродвигуни найбільш розповсюджених в сільському господарстві серій 4А, 4АМ, АИР розраховані на термін служби 15-20 років в умовах правильної експлуатації при номінальних режимах роботи. Однак в реальних умовах ці режими часто порушуються.

Серед аномальних режимів роботи асинхронних електродвигунів слід виділити наступні:

- відхили напруги;
- несиметрія напруги – перекося фаз;
- технологічні перевантаження;
- зниження опору ізоляції;
- порушення охолодження;
- вихід умов навколишнього середовища (температура, волога) за межі припустимих.

Наслідком цього є робота асинхронних електродвигунів в аварійних режимах і передчасний вихід з ладу, що призводить до великих матеріальних витрат на ремонт або заміну на новий.

Аналіз останніх досліджень. З середини минулого століття для захисту від аварійних режимів електрообладнання, в тому числі й асинхронних електродвигунів почали використовувати релейний захист. Прилади захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів можна розділити на декілька видів [1]:

- теплову: теплові реле, теплові розчіплювачі автоматичних вимикачів;
- струмозалежні захисні пристрої: плавкі запобіжники;
- температурний захист: пристроями температурного захисту УВТЗ та ін.;
- захист від несиметрії напруги - перекося фаз: реле серій ЕЛ, ФУЗ-М та ін.

Теплові реле мають не можуть забезпечити ефективний захист за рахунок інерційності теплового елемента, їх трудно відрегулювати на струм електродвигуна, в процесі експлуатації характеристики захисту змінюються.

Більшість присутніх на електротехнічному ринку пристроїв захисту не володіють універсальністю. Це призводить до необхідності використовувати декілька реле, які реалізують різні принципи захисту окремо один від одного, що невиправдано ускладнює і здорожує схему, призводить до підвищеного енергоспоживання та зменшує надійність функціонування системи в цілому.

За схемотехнікою пристроїв захисту асинхронних електродвигунів їх умовно можна розділити на дві групи: аналогові і цифрові. Цифрові реле мають багато переваг в порівнянні з аналоговими [2]. Характеристики аналогових реле дуже сильно залежать від параметрів виміральної напруги фаз і температури навколишнього середовища. Їх відрізняє низька надійність, великі габарити і підвищене енергоспоживання, робота при пікових значеннях напруги. Засобами аналогової техніки практично неможливо вичислити діюче значення напруги.

Мікропроцесорні реле здатні в одному пристрої поєднати більшість функцій, виконують роботу по діючому значенню напруги, розрізняють види аварій, мають багато регулю-

ваних параметрів. Спеціально для захисту асинхронних електродвигунів є можливість забезпечити незалежну регульовану уставку по мінімальній напрузі для відстроювання від пускових струмів.

Мета статті. Розробка мікропроцесорного пристрою захисту асинхронних електродвигунів, призначений для виключення двигуна при обриві фази, відхиленні напруги будь-якої фази (перекосі фаз) більш ніж на ± 30 В або нагріві корпусу двигуна вище 60°C [2].

Основні матеріали дослідження. Пристрій побудовано на мікроконтролері Atmega8 [3] і цифровому датчі температури DS18B20 (рисунк 1). Виникнення аварійної ситуації в кожній фазі і перевищення температури корпусу двигуна відображається включенням відповідних сигнальних світлодіодів і відображається на світлодіодному семисегментному індикаторі. Для порівняння синусоїдальної змінної напруги визначається середньоквадратичне (діюче) значення напруги фаз щодо нульового проводу. Визначення діючого значення напруги дозволяє з високою точністю періодично відображати поточну напругу кожної фази на світлодіодному індикаторі.

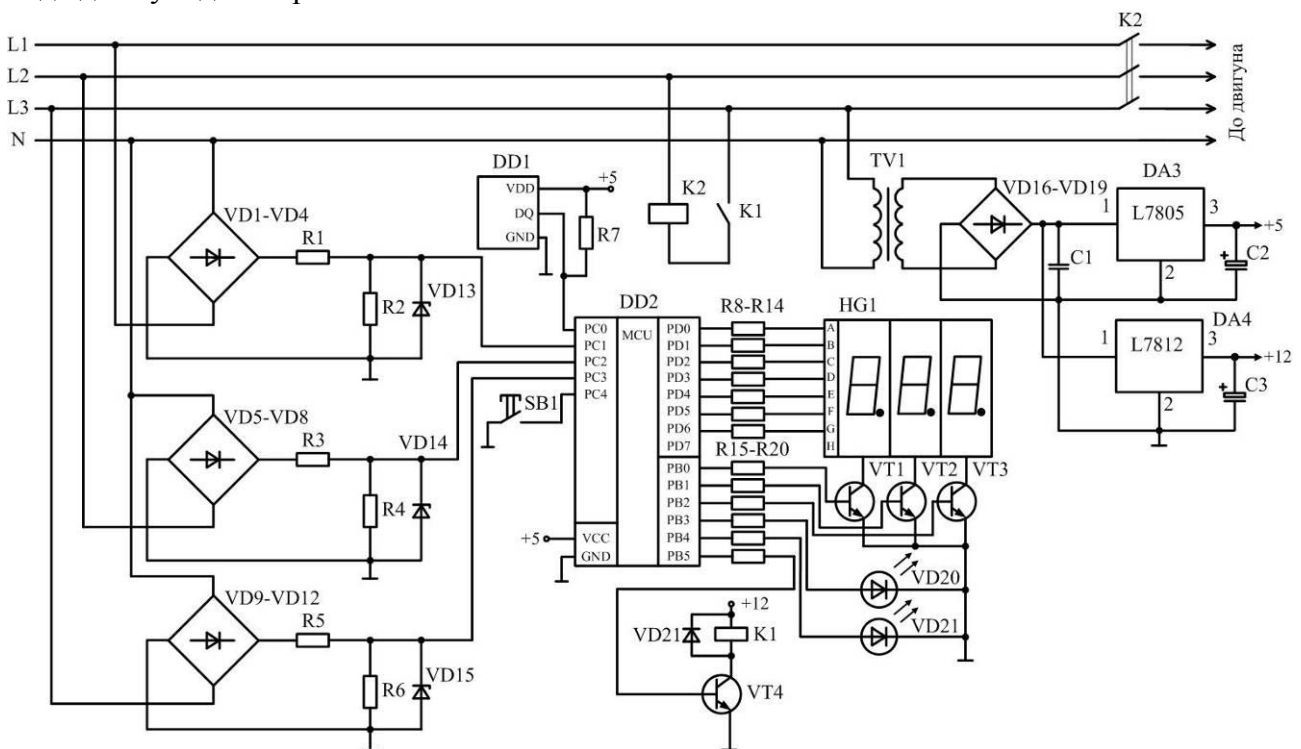


Рисунок 1 – Схема електрична принципова пристрою захисту електродвигунів.

Під час пуску двигуна (або групи двигунів) можлива поява провалів або стрибків напруги у фазах, тому пристрій захисту по напрузі починає роботу через одну хвилину після включення двигуна. Затримка вмикання реалізована за допомогою таймера, що є у складі апаратних засобів мікроконтролера.

Далі, програмою мікроконтролера послідовно виконується вимірювання напруги фаз. Після кожного вимірювання фаза перевіряється на обрив. Якщо виміряна напруга дорівнює нулю, то пристрій спрацьовує і двигун відразу вимикається. Потім слідує перевірка значень виміряних напруг на вихід за межі діапазону 190...250 В - в цьому випадку включається лічильник помилок, який необхідний для підвищення перешкодостійкості пристрою. Для кожного порівняння напруг є свій лічильник, тому якщо наступна зміряна напруга увійде до норми, то даний лічильник обнуляється, інакше при досягненні лічильником певного значення двигун відключається.

Після порівняння напруг фаз, їх різниця перевіряється на перевищення значення 30 В. Еслі перекосі фаз більше 30 В, то включається лічильник помилок і процес виконується, як описано вище.

При спрацьовуванні пристрою через вихід контрольованих параметрів за допустимий діапазон, повторне включення здійснюється тільки після перезапуску мікроконтролера. Після перевірки напруги мережі і відсутності аварійних станів, мікроконтролер переходить до вимірювання температури двигуна.

Якщо зміряна температура перевищує 60°C, пристрій вимикається. Програма переходить до нового циклу вимірювання напруги по фазах.

Схема електрична принципова захисного пристрою показана на рисунку 1.

Змінна напруга фаз випрямляється мостовими випрямлячами, що складаються з діодів VD1...VD12, знижується подільниками напруги на резисторах R1, R3, R5 і R2, R4, R6 і поступає на входи аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера DD2.

В якості давача температури DD1 використано цифровий давач типу DS18B20, який в даній схемі вимірює температуру з дискретністю в 0,5 °C.

Вихід мікроконтролера через транзистор VT4 і реле K1 включає пускове реле K2. Його контакти вмикають і вимикають подачу напруги на двигун. Світлодіоди VD20 і VD21 сигналізують про виникнення аварійної ситуації. Світлодіод VD20 разом з результатами вимірювання напруги на індикаторі HG1 відображає аварію, пов'язану з напругою живлення, а світлодіод VD21 сигналізує про перегрів двигуна. Кнопка SB1 «Скидання» необхідна для перезапуску пристрою і включення двигуна після усунення аварійної ситуації.

Висновок. Розроблений пристрій захисту трифазних асинхронних електродвигунів здійснює захист від обриву фаз, перекосу напруги і виходу її за допустимий діапазон і захист двигуна від перегріву, чим забезпечується його універсальність для застосування в колах керування і захисту технологічним обладнанням.

Список використаних джерел.

1. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве / А.О. Грундулис. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1988. – 111 с.
2. Устройство защиты трёхфазных двигателей на PIC16F676 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://radioparty.ru/index.php/device-pic/330-3-phase-motor-pic16f676>. – Название с экрана
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 560 с.

УДК 621.313.333.004.58

ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

**Квітка О.С.,
Павленко І.М., магістрант;
Чорненький В.А., 4 курс;
Квітка С.О., к.т.н.**

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено пристрій захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи. Наведено структурну схему пристрою захисту, який реалізований на базі мікроконтролера.

153

Постановка проблеми. Експлуатаційна надійність асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором залишається невисокою. 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. Всі основні аварійні режими роботи призводять до виходу електродвигунів з ладу, так як призводять до недопустимого нагрівання обмоток. Одна з головних причин відмов електродвигунів – це незадовільний їх захист від аварійних режимів роботи [1 - 3]. Тому, одним із способів підвищення експлуатаційної надійності асинхронних електродвигунів є розробка і застосування універсальних технічних засобів захисту електродвигунів в процесі їх експлуатації.

Аналіз останніх досліджень. В наш час в сільськогосподарському виробництві для захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи використовують теплові реле електромагнітних пускачів, автоматичні вимикачі, захист за напругою нульової послідовності, захист за мінімальною напругою, пристрої вбудованого температурного захисту та ін. [2, 3]. Проте, недоліки, які властиві вказаним пристроям захисту, обмежують їх використання. До недоліків більшості відомих електронних схем захисту асинхронних електродвигунів можна віднести: малу швидкодію, застарілі схемотехнічні рішення та елементну базу, низьку функціональність та ін. [2, 3].

Мета статті. Розробка пристрою захисту асинхронних електродвигунів на базі мікроконтролера від аварійних режимів роботи в процесі їх експлуатації з метою підвищення їх експлуатаційної надійності.

Основні матеріали дослідження. Внаслідок аналізу умов експлуатації електродвигунів та роботи захисних пристроїв були сформульовані вимоги до пристрою захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи, в якому необхідно передбачити контроль наступних діагностичних параметрів:

- контроль споживаного електродвигуном струму по фазах;
- контроль фазної напруги в мережі;
- контроль температури ізоляції обмотки статора електродвигуна.

Крім того пристрій повинен:

- мати достатню швидкодію відключення захищеного електродвигуна;
- мати можливість постійного моніторингу напруги мережі, споживаного електродвигуном струму, температури ізоляції обмотки статора та відображення результатів на цифровому індикаторі;
- мати мале енергоспоживання;
- мати завадозахищеність;
- мати можливість автоматичного відключення і включення захищеного електродвигуна;
- реалізований на сучасній елементній базі;

- стабільно і надійно працювати в умовах сільських електричних мереж та при зміні температури навколишнього середовища в широких межах.

Даним вимогам відповідає запропонований пристрій захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи (див. рис. 1). Пристрій призначений для захисту та відключення електродвигунів від мережі змінного струму у випадках зниження або зростання напруги в мережі нижче або вище заданих значень, при небезпечному зростанні споживаного електродвигуном струму та небезпечному перевищенні температури ізоляції обмотки статора електродвигуна. Пристрій реалізований на сучасній елементній базі, а його основою є мікроконтролер.

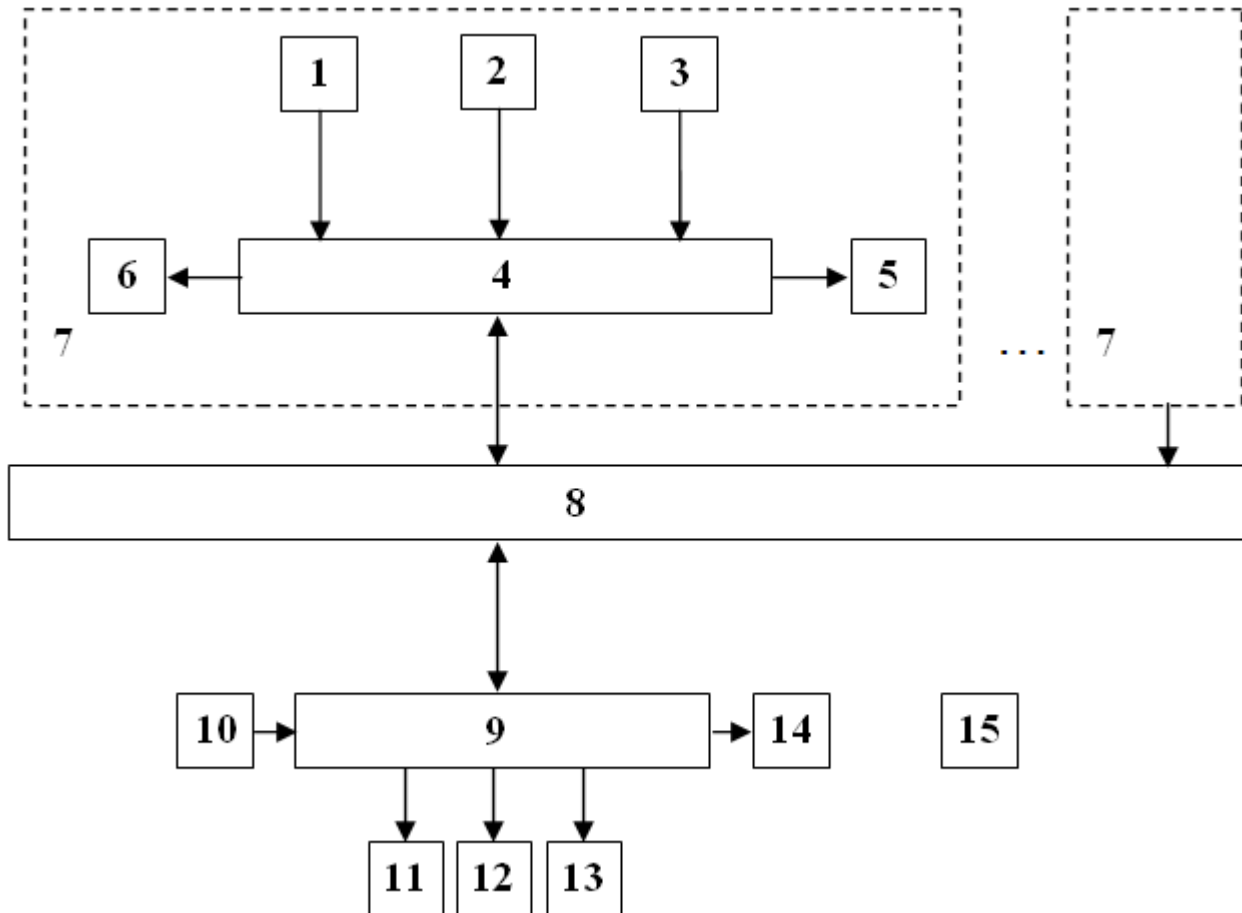


Рисунок 1 – Пристрій захисту асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи

Пристрій захисту групи асинхронних електродвигунів від аварійних режимів роботи побудований на мікроконтролері 9 типу ATmega 16, який є ведучим (master) пристроєм, та декількох мікроконтролерах 4 типу ATmega 8, які є веденими (slave) пристроями. Зв'язок між мікроконтролерами здійснюється за допомогою двонаправленої двопровідної шини I2C 8.

Пристрій складається з наступних блоків: блоків контролю електродвигунів 7, кожен з яких складається з веденого мікроконтролера 4, блоку контролю температури ізоляції обмотки статора електродвигуна 1, блоку контролю споживаного струму 2 і фазної напруги 3, блоку світлової сигналізації 5 і блоку реле 6.

Крім того, до складу пристрою входять ведучий мікроконтролер 9, клавіатура 10, блок цифрової індикації 11 та світлової сигналізації 12, пристрій пам'яті 13, комунікаційний порт 14 і блок живлення 15.

Обмін даними між ведучим master-пристроєм та веденими slave-пристроями здійснюється за допомогою шини I2C. Всі операції по шині I2C здійснюються за допомогою тільки 2 проводів (2 ліній) – послідовної лінії даних (SDA) і послідовної лінії синхронізації (SCL). При цьому кожний елемент визначається своїм унікальним адресом, до якого входить група приладів та номер конкретного приладу.

Блоки контролю електродвигунів 7 призначені для контролю температури ізоляції обмотки статора, струму, який споживається електродвигуном, напруги живлення та управління електродвигуном. Призначенням блоків контролю температури 1 і струму 2 є вимірювання і перетворення таких діагностичних параметрів, як температура ізоляції обмотки статора і струм, який споживається обмоткою статора електродвигуна, в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки поступає на відповідні порти мікроконтролера 4. Блок контролю напруги 3 призначений для вимірювання фазних значень напруги живлення і перетворення її в інформативний сигнал, який для подальшої обробки також поступає на відповідні порти мікроконтролера 4. Відомий мікроконтролер здійснює порівняння вхідних параметрів діагностування з величинами уставок. Залежно від величини вхідних параметрів (після їх порівняння із значенням уставок) мікроконтролер 4 видає сигнал на блок сигналізації 5 або сигнал на відключення електродвигуна за допомогою блоку реле 6.

Ведучий master-мікроконтролер 9 задає основний потік даних на шині, формує необхідні часові інтервали, здійснює керування веденими slave-мікроконтролерами 4 та обробку даних, що надходять від них.

В залежності від стану master-мікроконтролер видає сигнал на блок цифрової індикації 11 та блок світлової сигналізації 12. В пристрої пам'яті 13 накопичується інформація. Для вводу даних і керування пристроєм в схемі передбачена клавіатура 10. Для спостереження оператором за поточним значенням величини діагностичних параметрів в пристрої передбачений блок цифрової індикації 11.

Визначення вхідних параметрів діагностування, порівняння їх з уставками, приймання та видача сигналів керування виконується за програмою. Програмою передбачений ввід даних щодо конструктивних, режимних та експлуатаційних чинників. Для цього в пристрої передбачений роз'єм для підключення програматора (призначений для запису програми в мікроконтролер) та комунікаційний порт 14 (призначений для обміну даними між пристроєм та персональним комп'ютером). Електричне живлення блоків пристрою здійснюється від блоку живлення 15.

Висновки. Пропонований пристрій захисту групи трифазних асинхронних електродвигунів дозволяє контролювати температуру ізоляції обмотки статора, струм споживаний електродвигуном, фазну напругу (наявність і рівень) і, при небезпечному їх відхиленні від заданих значень, автоматично відключати електродвигун, що дозволяє захистити його від основних аварійних режимів роботи і зменшити вихід електродвигунів з ладу до 5...7 %.

Список використаних джерел.

1. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В. Овчаров. – Киев: Изд-во УСХА, 1990. – 168 с.
2. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве / А.О. Грундулис. – М.: Колос, 1982. – 104 с.
3. Мусин А.М. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты / А.М. Мусин. – М.: Колос, 1979. – 112 с.

УДК 631.362

РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ УСТАНОВОК ЗА РАХУНОК ЗМІНИ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Карпенко В.О., 5 курс;

Ільчов І.П., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

*В статті розглянуте питання застосування частотного методу регулювання
вентиляційних установок*

Постановка проблеми. Електропривод здійснює кероване електромеханічне перетворення енергії, використовується в усіх галузях сільського господарства, де необхідні рух і механічна робота, споживаючи при цьому більше 65 % електроенергії. Якщо інформатика - мозок сучасних технологій, то електроприводи - їх м'язи, засіб практичного розв'язання великої кількості задач.

Аналіз останніх досліджень. Велика увага приділяється розширенню виробництва регульованих електроприводів змінного струму. За різними джерелами у промислово розвинутих країнах від 30 % до 60 % електроприводів, що випускаються є регульованими (в Україні до 2 %), а на початку XXI ст. їх частка зростає до 65-75 %. Такі високі темпи зростання виробництва регульованих електроприводів обумовлені їх високою рентабельністю. Використання регульованою електропривода дозволяє скоротити енергоспоживання: pomp - на 25-30 %, компресорів - на 40 %, вентиляторів - на 30 %, центрифуг - на 50 %. Зважаючи на те, що ці типи механізмів складають більше 50 % використовуваних у сільському господарстві приводів, даний напрямок є пріоритетним для економії електроенергії.

Мета статті. Дослідити застосування частотного методу регулювання продуктивності вентилятора.

Основні матеріали досліджень. Найбільш перспективними зонами впровадження регульованих електроприводів у сільськогосподарському виробництві є системи мікроклімату тваринницьких і птахівничих ферм, установки тепло і холодопостачання, водопостачання, пневмотранспортування, системи стиснутого повітря тощо, а в комунальному господарстві - системи водопостачання, теплопостачання, каналізації, кондиціонування повітря, вентиляції будівель. Оптимальний мікроклімат - комплекс чинників зовнішнього середовища, сприяючий як найкращому прояву фізіологічних функцій організму тварин і птаха, отриманню максимальної продукції при якнайменших витратах кормів [1]. Більшість вентиляторів являють собою відцентрові машини.

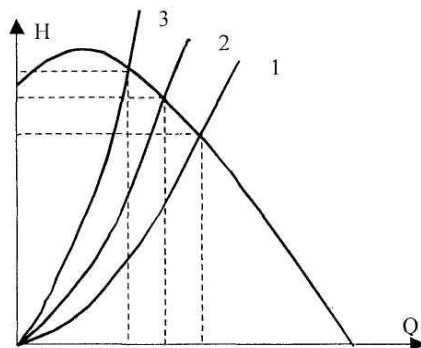


Рисунок 1 – Характеристики вентилятора і системи при регулюванні шиберам.

На рис.1 приведена типова характеристика відцентрового вентилятора - залежність вихідного тиску H від потоку (витрати) повітря Q . Вона залишається незмінною при постійній частоті обертання вентилятора. Тут же представлена характеристика системи вентиляції

(крива 1). Вона показує, який тиск повинен забезпечити вентилятор для забезпечення необхідного потоку повітря і покриття усіх витрат системи. Точка перетину двох кривих є фактичною робочою точкою системи. Як правило продуктивність вентилятора змінюють установкою шибера на виході. Вихідні шибери впливають на характеристику системи, збільшуючи опір потоку повітря.

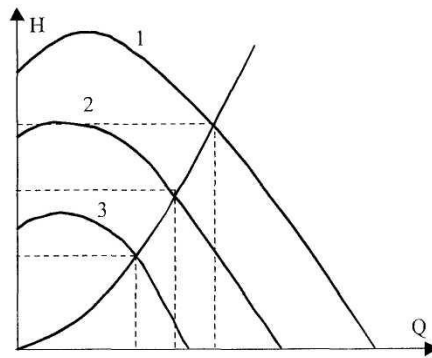


Рисунок 2 – Характеристики вентилятора і системи при регулюванні частоти обертання.

На рис.1 показані кілька характеристик системи при різних положеннях шибера (крива 1 відповідає цілковито відкритому шиберу). Відомо, що потужність, спожита з мережі двигуном турбомеханізму, пропорційна добутку тиску і витрати, тобто пропорційна площі прямокутника, одна з вершин якого збігається з робочою точкою, а протилежна - з початком координат. З рис.1 видно, що зміна продуктивності вентилятора впливає на споживання енергії незначно.

Зміна частоти обертання вентилятора приводить до зміни його характеристики, як це показано на рис.2. Тут криві 2 і 3 відповідають зниженій частоті обертання. З рисунка видно, що зниження частоти обертання вентилятора приводить до переміщення робочої точки уздовж характеристики системи й істотному зниженню витрати електроенергії при тих же втратах, що і на рис. 1.

Таким чином, застосування частотного методу регулювання продуктивності вентилятора призводить до значного зниження енергоспоживання та дає такі переваги:

- економія електроенергії (до 50 %);
- зниження аварійності мережі і вентиляційної установки за рахунок можливості плавного пуску;
- підвищення надійності і зниження аварійності електрообладнання за рахунок унеможливлення ударних пускових струмів;
- зниження рівня шуму;
- простота автоматизації;
- простота застосування.

Висновок. Результати досліджень показують, що привод вентилятора ВО-Ф-5,6А з перетворювачем частоти на регульовальних характеристиках споживає потужність в 1,05 – 2,5 рази, привод вентилятора ВО-Ф-7,1А з двигуном потужністю 0,55 кВт – в 1,5 – 5,2 рази, а з двигуном потужністю 0,37 кВт – в 1,05 – 4,7 разів меншу, ніж аналогічний привод з перетворювачем напруги.

Список використаних джерел

1. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі: підруч. [підруч. для студ. вищ. навч. закл.] / М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
2. Мартиненко І. І. Система автоматичного керування витяжною вентиляцією у пташниках та свинарниках з частотним регулюванням / [Мартиненко І. І., Лавріненко Ю. М., Решетюк В. М., Лаврінський Д. С.] // Рекомендації для птахофабрик та тваринницьких комплексів. К.: Вища школа, 2003. – 300 с.

УДК 621.327

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМ В ПТАХІВНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Брижик О.М., 4 курс;

Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Проведено аналіз впливу швидкісних режимів роботи вентиляційних систем на енергоємність та якісні характеристики технології забезпечення мікроклімату пташників.

Постановка проблеми. Україна спроможна виробляти таку кількість сільськогосподарської продукції, що здатна не тільки повністю забезпечити внутрішнє споживання але й значну частину експортувати в інші країни світу. Пріоритет тут належить, насамперед, птахівництву, а точніше – виробництву яєць та м'яса птиці незважаючи на те, що за кілька останніх років велику кількість яєць та м'яса не всім сільськогосподарським виробникам вдалося зберегти. Причин тому безліч, але головною є те, що більшість товаровиробників використовують застаріле обладнання і технології для вирощування птиці в промислових пташниках.

Найчастіше вирощування птиці в промислових пташниках проводиться з нерегулярним періодичним контролем температури й вологості в пташнику і при цьому мають місце високі енерговитрати.

Розвиток промислового птахівничого виробництва на основі впровадження інтенсивних технологій вирощування бройлерів висуває ряд першочергових вимог, до яких, зокрема, належить забезпечення належних умов утримання птиці, а саме – створення оптимальних параметрів повітряного середовища, який є одним із найбільш енергоємних технологічних процесів. Тому, основним способом зменшення енергоспоживання у цій технології є зниження енергозатрат на вентиляцію, а також на нагрівання припливного повітря, на які з урахуванням тепловтрат будівель холодний період року витрачається 50...70% від загального енергоспоживання [1].

Аналіз останніх досліджень. Проблемами технологічних процесів у пташнику, розробками систем керування вентиляційних систем та енергозбереженням займалися та продовжують дослідження І.І Мартиненко, В.П Машевський, В.М Писаренко, та ін.. [8,9,10]. Це свідчить про те, що створення енергоощадних систем керування технологічними процесами у промисловому пташнику і на сьогоднішній час є досить сучасним і актуальним.

Відомо [1,2,3], що продуктивність птиці протягом періоду її утримання змінюється у першу чергу з віком та під впливом температури. Окрім того, з огляду на кліматичні умови України, температура в приміщенні для птиці потребує регулювання.

При утриманні птиці в пташнику на продуктивність птиці впливають такі основні фактори : температура та вологість повітря, концентрація аміаку, світловий режим, швидкість руху повітря, шум і вібрація, викликані роботою технологічного обладнання, освітленість кліток [1,2].

На сучасних птахівничих фермах, комплексах, внаслідок впровадження нової промислової технології виробництва продукції, значно ускладнилася взаємодія організму птиці із зовнішнім середовищем [3]. При великій концентрації птиці з ущільнених її розміщенням на фермі вирішальна роль в підвищенні резистентності організму, збільшення продуктивності відводиться створенню оптимального мікроклімату.

Висока концентрація птиці в пташниках призводить до різкого підвищення та накопичення у повітрі приміщень продуктів обміну речовин організму птиці, що негативно впливає на фізіологічний стан організму. Тому велика увага повинна приділятися вибору систем керування асинхронних двигунів(АД).

Регулювання швидкості повітря може здійснюватися за рахунок дроселювання при постійній частоті обертання валу вентилятора, а також за рахунок зміни швидкості обертання

валу вентилятора. Існує багато способів регулювання швидкості, наприклад: зміною напруги живлення, введення додаткових опорів в коло статора або ротора, зміною магнітного потоку, імпульсно-фазний спосіб та регулювання за допомогою перетворювача частоти. За рахунок того що умови функціонування часто вимагають зниження витрат електроенергії. То результат дослідів з використання наукових джерел, показав, що перспективним є частотне регулювання частотою обертання електроприводів завдяки плавності регулювання швидкості і значного зниження енергоспоживання на основі використання асинхронно-вентильний каскад до 60% [4].

Метою досліджень є підвищення ефективності роботи енергоощадних вентиляційних систем, створення енергетичних моделей для визначення вимог до діапазонів регулювання та параметрів регульованого електропривода.

Основні матеріали досліджень. Поля розподілу концентрації аміаку та температури досліджувались на одній із птахофабрик регіону у перехідний період (з лютого по квітень). У цей період середня температура припливного повітря становила +4°C, а величина повітрообміну 0,8-1,1 м³/год на 1 кг живої ваги птиці.

За даними вимірювань нами побудовані поля концентрації аміаку та температури, які відображають характер їх розподілу у пташнику. Виявлено, що керування повітрообміном за температурою, вологовмістом, концентрацією вуглекислого газу не завжди є ефективним, оскільки в повітряному середовищі в певні періоди (остання декада у циклі вирощування) залишається високим рівень концентрації аміаку. А при керуванні вентиляційними установками не завжди ефективно використовується закон керування. Цьому свідчать характерні (виражені) екстремуми на графіку, який отримали в результаті дослідження.

Стає очевидним, що для підтримання необхідного мікроклімату саме у зимовий та перехідний періоди року розрахунок величини повітрообміну слід виконувати за вмістом NH₃ із мінімально необхідними енерговитратами на опалення. Детальний аналіз проведених нами досліджень аміачно-температурних полів дозволив відтворити функцію, яка визначає величину мінімального об'єму свіжого повітря і відповідно мінімальний штучний вентиляційний повітрообмін, що забезпечує мінімізацію витрат енергії на нагрівання припливного повітря, м³.

$$G = 24k \int_a^b q(i_{NH_3}) di, \quad (1)$$

де k – число циклів вирощування бройлерів протягом часу, що аналізується;
 $q(i_{NH_3})$ - функціональна залежність мінімально необхідного повітрообміну від віку птиці (від $i=a$ до $i=b$) згідно із зоотехнічними вимогами (гранично допустима концентрація NH₃<15 мг/м³), м³/год.

На основі виразу, кількість теплоти, яка необхідна для підігрівання припливного повітря протягом визначеного часу

$$Q = c\rho \left(24k \int_a^b q(i_{NH_3}) di \right) (T_{в.ср} - T_{з.ср}), \quad (2)$$

де c – питома теплоємність сухого повітря;
 ρ – густина повітря, кг/м³;
 $T_{в.ср}$ – середня температура внутрішнього повітря, К;
 $T_{з.ср}$ – середня температура зовнішнього повітря, К;

Витрати теплоти для підігріву припливного повітря, як правило, визначаються діапазоном регулювання продуктивності систем вентиляції, який вибирають із умови забезпечення максимально необхідної потреби птиці у свіжому повітрі м³/год.;

$$L_n = n \cdot q_{max} \cdot \rho_{max}, \quad (3)$$

де n – кількість голів птиці у пташнику;
 q_{max} – літня норма повітрообміну на 1 кг живої ваги, м³/год.
 ρ_{max} – маса однієї птиці на кінець вирощування, кг.

Мінімальний повітрообмін, виходячи із діапазону регулювання частоти обертання вентиляторів

$$L_{\min} = L_n \cdot D. \quad (4)$$

Максимальний діапазон регулювання D величини повітрообміну у пташниках для вирощування молодняку бройлерів згідно з вимогами [3] повинен становити 1:80. Існуючі системи вентиляції із параметричним регулюванням швидкості обертання електродвигунів забезпечують максимальний діапазон продуктивності близько 1:10, поточної потреби птиці у свіжому повітрі $q(i)$ від віку за різними критеріями.

Дослідження показують, що починаючи з моменту функціонування витяжної вентиляції $i=10$ (припускається, що для віку курчат від 1 до 10 діб продуктивність припливної вентиляції повністю забезпечує потреби птиці у свіжому повітрі) і до віку птиці $i=1$ спостерігаються перевитрати повітря, нагрітого до температури пташника. Тобто

$$G = L_{\max} \int_i^{i_1} di - \int_i^{i_1} q(i_{NH_3}) di. \quad (5)$$

При перетворенні, отримаємо величину перевитрат теплової енергії, яка спричиняється недостатнім діапазоном регулювання системи вентиляції

$$\Delta Q = c\rho(T_{в.сп} - T_{з.сп}) \left(L_{\max} \int_i^{i_1} di - \int_i^{i_1} q(i_{NH_3}) di \right). \quad (6)$$

Тому мінімальних витрат енергії у процесі створення мікроклімату можна досягнути за рахунок розширення діапазону регулювання продуктивності ВС (середньому не менше 1:50) при низькій динаміці зміни контрольованих параметрів (аміак, температура).

З огляду на вищесказане нами розроблена адаптивна система автоматичного керування (САК) швидкісними режимами вентиляційних систем на основі аналізу аміачно-температурних параметрів мікроклімату у технологічному процесі. Особливістю цієї САК є застосування багатофакторного розподіленого контролю за технологічними параметрами із зональним моніторингом їх величин та подальшою обробкою отриманої інформації засобами мікропроцесорної техніки, за результатами якої здійснюються керуючі дії.

Згідно із поданою структурною схемою процес створення мікроклімату забезпечується регулюванням продуктивності припливної та витяжної вентиляції пташника засобами частотно-регульованого асинхронного електропривода (АЕП) вентиляторів за встановленим у системі керування алгоритмом в залежності від заданих умов контролю технологічних параметрів кількості робочих машин, що забезпечує розширення діапазону регулювання продуктивності ВС та зниження витрат енергії. Контроль за параметрами процесу та завдання необхідних режимів роботи здійснюється через ПК із відповідним програмним забезпеченням, з'єднаний із системою локальною мережею (LAN).

На початковій стадії вирощування птиці (вік 1-10 діб) у зимовий та перехідний періоди року функціонує лише припливна вентиляція, та система

опалення, а витяжна вентиляція вимкнена. Це зумовлено відповідним температурним режимом у приміщенні та низьким рівнем концентрації аміаку у повітряному середовищі.

У цей період для молодняку птиці важливим фактором у забезпеченні мікроклімату є швидкість повітряних потоків, перевищення яких негативно впливає на здоров'я та відхід поголів'я. Тому системою здійснюється контроль та регулювання продуктивності припливної ВС відповідно до технологічних вимог. Він відбувається за розробленим нами способом, який базується на аналізі в ОБ параметрів електропривода, отриманих із частотного перетворювача без використання датчиків частоти обертання та продуктивності ВС [8].

Починаючи із 10-го дня у технологічний процес включається витяжна ВС, яка функціонує наступним чином. Інформація від датчиків температури T_3 (зовнішній), $T1-T5$ та аміаку $A1-A5$ (внутрішні) через інтерфейс mikroLAN надходить до мікропроцесорної системи керування і аналізується за заданим у ній алгоритмом. Контроль параметрів відбувається за п'ятьма зонами вздовж приміщення пташника. У кожній зоні розміщено по одному датчику тем-

ператури та аміаку, а також по два витяжних вентилятори. У результаті порівняння отриманих величин із заданими, котрі є функцією від віку птиці, системою керування через канали зв'язку подаються відповідні керуючі дії на частотний перетворювач та силовий комутаційний модуль, зусиллями яких відбувається підключення необхідних груп вентиляторів та регулювання їх продуктивності. Такий алгоритм забезпечує розподілений контроль параметрів за екстремальними зонами з використанням у технологічному процесі витрат енергії.

Саме використання комп'ютерного математичного моделювання з розробкою моделей різних пристроїв дозволяє провести розрахунки процесів з високою точністю, а також дослідити електромеханічні властивості перед запровадженням в дію такого способу регулювання.

При вирішенні системи диференціальних рівнянь, що описують роботу системи АД-ПЧ, використовували метод Рунге-Кутта в модифікації Гіра. Склали модель системи ПЧ-АД в пакеті MatLab 6.5 (рис. 1).

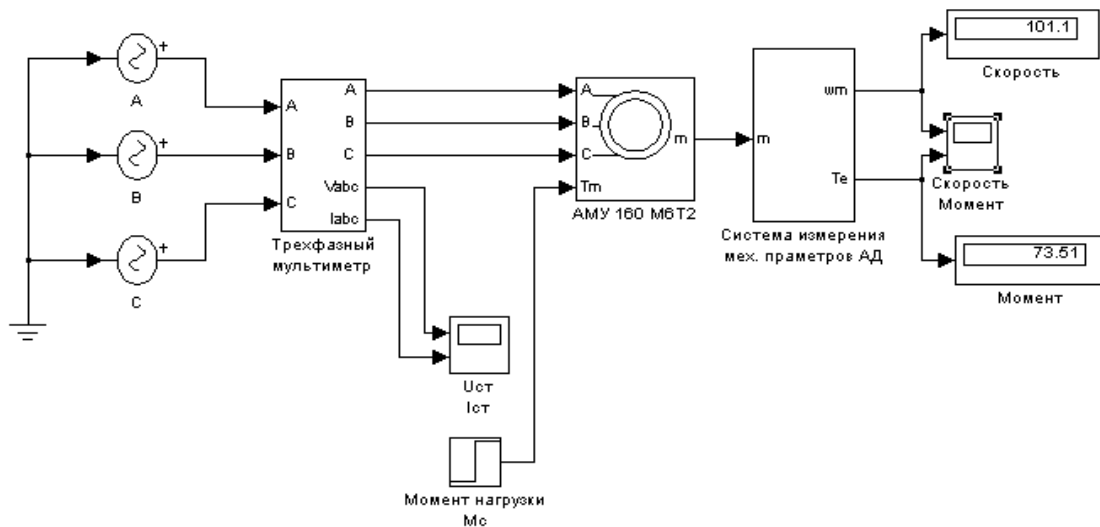


Рисунок 1 - Модель системи ПЧ-АД для програмного пакета MatLab 6.5.

Моделювання виконувалось при зміні частоти, живлячої двигун від 0 до 50Гц в про- довж 0,5с (частотний пуск).

На рисунку видно, що трапляється плавне наростання напруги. Процес наростання за- кінчується через 0,5с, що співпадає з завданням частоти.

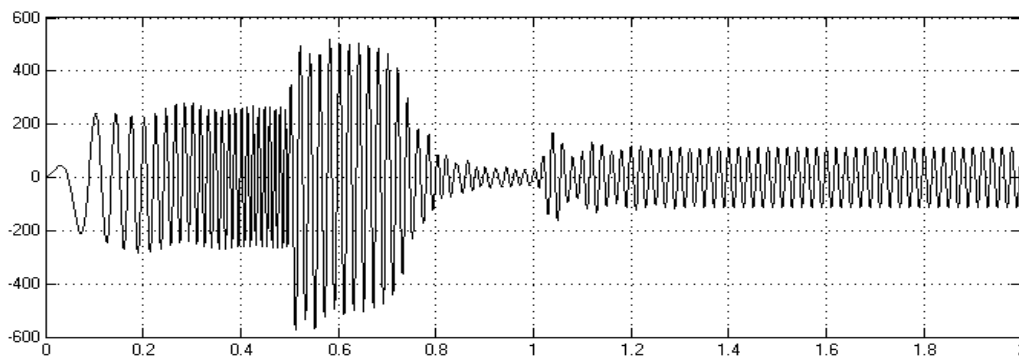


Рисунок 2 – Графік зміни струму i_{sa} фази А статора при частотному пуску.

В процесі дослідження, отримали графік, з якого видно, що частотний пуск оказує позитивну дію на вид кривої струму. Тобто, зменшуючи наростання частоти, ми зменшуємо пускові струми.

Висновки. Проаналізувавши існуючі режими роботи вентиляційних систем в птахів- ничих приміщеннях, можна стверджувати, що при виконанні деяких аспектів, за короткий час сільськогосподарським виробникам, вдасться підвищити виробництво та експорт продукції в кілька разів. А це в свою чергу призведе до раціонального використання енергоресурсів та підвищить рівень економіки.

За даними довготривалих спостережень на місцевій птахофабриці за системою розподілу аміачно-температурних показників, були побудовані поля концентрації аміаку та температури. На їх основі запроваджено ефективний метод керування АД за температурою, вологовмістом, концентрацією вуглекислого газу та ін..

В результаті проведених досліджень встановили, що регулюванні швидкості асинхронного двигуна, з використанням частотного перетворювача, дозволяє не тільки відрегулювати технологічний процес, але і зменшити втрати і заощадити електроенергію від 20 % до 40 %, а також плавно регулювати швидкість обертання електродвигуна від нуля до номінального значення при збереженні максимального моменту на валу, що дало можливість збільшити термін служби і підвищити надійність електроприводів і устаткування, підвищити якість вентиляційних систем за рахунок стабільного напору повітря.

Створена комп'ютерна модель дозволяє моделювати роботу системи управління електроприводу вентиляційної системи. Що дає можливість оптимізувати роботу системи вентиляції та удосконалити енергоощадні режими роботи у відповідності з існуючими вимогами.

Список використаних джерел.

1. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Энергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль.: Підручники і посібники, 2001. –984 с.
2. Давтян Ф.А. Управление микроклиматом в птицеводстве// Научные труды ВИССХ. - М.: 1981. - 116с.
3. Данюс С., Катимос А. Микроклимат при выращивании бройлеров// Птицеводство.- 1988.-№9.-с27-28.
4. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. – М.-Л.: Энергия, 1965. – Ч.2. – 704 с.
5. Петрушин В.С. Регулировочные характеристики асинхронного электродвигателя в частотном электроприводе при законах управления, обеспечивающих постоянство потокосцеплений // Электротехника і електромеханіка, – 2002, – №2. – С.53-55.
6. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0. – СПб. : КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
7. Колтунов Л.И. Основы математического моделирования двухзонных электрофильтров и некоторые особенности их применения в энергоэффективных вентиляционных системах (в соавторстве А.Н. Потапенко, А.В. Белоусов, Е.А. Потапенко)/ В журнале «Известия вузов. Проблемы энергетики». – 2006. – №5-6. – С. 69-84.
8. Колтунов Л.И. Оценка степени ионизации воздуха двухзонными электрофильтрами и особенности автоматизированных систем вентиляции на базе электростатических устройств (в соавторстве А.Н. Потапенко, А.В. Белоусов)/ В журнале «Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки». – 2006. – Прил. № 8. – С. 119-126.
9. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха: [Учебное пособие] / Е.С Бондарь, А.С Гордиенко, В.А Михайлов, Г.В Нимич. Под общей ред. Е.С Бондаря – К.: ТОВ “Видавничий будинок “Аванпост-Прим””. 2005. – 560с.
10. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов. - 3-е изд., переработ. и доп.-М.: Высш.шк., 2001.-327 с.
11. Беспалов В. Я. Перспективы создания отечественных электродвигателей нового поколения для частотно-регулируемого электропривода, - М.: МЭИ (ТУ), 2005.

УДК 621.316.9

РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**Гончарова Т.Ю., магістрант;****Попова І.О., к.т.н.***Таврійський державний агротехнологічний університет**В роботі наведена структурна електрична схема пристрою, виконаного на базі мікроконтролера, який виконує контроль, діагностування і захист групи асинхронних двигунів.*

163

Постановка проблеми. Ефективність роботи робочих машин сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від надійності електроприводів: асинхронних електродвигунів.

Завдяки простоті конструкції, надійності і невисокій вартості асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором, є найпоширенішим електродвигуном у сільськогосподарському виробництві. Асинхронний двигун звичайно розрахований на термін служби 15-20 років без капітального ремонту, за умови їх правильної експлуатації. Під правильною експлуатацією асинхронного двигуна розуміється його робота відповідно до номінальних параметрів, зазначених у його паспортних даних. Однак у реальній житті має місце значний відступ від номінальних режимів експлуатації. Це, у першу чергу, погана якість живлячої напруги і порушення правил технічної експлуатації: технологічні перевантаження, умови навколишнього середовища (підвищені вологість та температура), зниження опору ізоляції, порушення охолодження. В наслідок таких «відхилень» виникають аварійні режими роботи асинхронного двигуна.

У результаті аварій щорічно виходять із ладу 10-20 % застосованих в АПК електродвигунів. Вихід з ладу асинхронного двигуна приводить до важких аварій і викликає великі матеріальні збитки, пов'язані із простоєм технологічних процесів, усуненням наслідків аварій і ремонтом пошкодженого електродвигуна, вартість якого становить приблизно 70% від ціни нового двигуна. Крім цього, робота на аварійних режимах супроводжується підвищенням струмів і, як наслідок, веде до підвищеного енергоспоживання з мережі. Таким чином, розробка пристроїв захисту асинхронних двигунів в процесі їх експлуатації є доцільним питанням, яке спрямоване на підвищення їх експлуатаційної надійності [1].

Аналіз останніх досліджень. Існує велика кількість пристроїв, призначених для постійного контролю значення сили фазних струмів, напруги мережі і керування трифазними електроустановками шляхом відімкнення їх від електричної мережі у випадку аварійних режимів, таких як: недопустимі перепади напруги (стрибки й провали напруги); обриви, перекоси фаз, порушення послідовності фаз і наступне автоматичне повторне вмикання електродвигуна після повернення параметрів мережі в норму, якщо інше не передбачено технологічним процесом. Більшість із присутніх на ринку реле захисту не мають зазначеної універсальності. Одні з них, наприклад, контролюють тільки сили струмів, інші - перевищення або зниження напруги, треті - перекіс фаз тощо. Це призводить до необхідності використання декількох аналогічних реле одночасно, що невиправдано ускладнює схему, підвищує енергоспоживання і тепловиділення, зменшує надійність.

Пристрої захисту умовно можна розділити на дві групи: аналогові й цифрові. Характеристики аналогових реле напруги і струму дуже сильно залежать від параметрів самої вимірюваної напруги і температури навколишнього середовища. Їх вирізняє низька надійність, більші габарити і підвищене енергоспоживання, робота з піковими значеннями напруги і струму, тому що засобами аналогової техніки практично неможливо обчислити діюче значення напруги і струму.

Цифрова техніка має багато переваг перед аналоговою. Мікропроцесорні пристрої здатні в одному малогабаритному пристрої поєднати значно більшу кількість функцій, вони

працюють з діючими значеннями струму і напруги, можуть розрізняти види аварій, мають безліч регулювань і параметрів, що налаштовуються [2].

Мета статті. Завданням є розробити пристрій контролю, діагностування і захисту групи асинхронних двигунів технологічної лінії з контролем сили струму у кожній обмотці і їх температури кожного асинхронного двигуна, а також відключення їх в разі перевищення граничного значення кожного з контрольованих параметрів.

Основні матеріали дослідження. Розроблений пристрій забезпечує виконання наступних умов [3,4]:

- контроль фазних струмів у всіх обмотках асинхронних електродвигунів;
- відключення електродвигунів при досягненні граничного значення перевищення фазного струму в одній з обмоток асинхронного двигуна;
- контроль температури обмоток асинхронних електродвигунів впродовж їх роботи;
- відключення електродвигунів при досягненні граничного значення температури обмотки асинхронних двигунів;
- сигналізацію аварійного режиму відключення електродвигуна при досягненні граничного значення температури обмотки асинхронного двигуна або перевищення фазного струму граничного значення;
- всі блоки пристрою захисту асинхронних двигунів забезпечити постійною напругою величиною 5 В;
- сигналізацію нормального робочого режиму блоку живлення пристрою;

Структурна схема пристрою діагностування, наведена на рисунку 1, містить наступні основні блоки:

- блок контролю (А1.1-А1.2) для кожного двигуна містить блоки:
 - > вимірювання фазних струмів в обмотках статора (БВС1-БВС4);
 - > вимірювання температури обмоток асинхронних електродвигунів (БВТ1-БВТ4);
 - > вторинного перетворення сигналів перетворювачів про режими роботи асинхронних двигунів (БВП1-ПВП4);
- мікроконтролер МК;
- блок виводу даних (А1.5-А1.8) складається з блоку виводу даних контролю режимів роботи асинхронних двигунів (БВД1-БВД4), блоку світлової сигналізації аварійного відключення електродвигуна (СС1-СС4) і виконавчих органів (ВО1-ВО4);
- блок живлення елементів пристрою (БЖ) і блок світлової індикації нормальної роботи блоку живлення;
- блок виводу даних КЛ;
- блок цифрової індикації режиму БЦІ;
- персональний комп'ютер;
- комутаційний порт КП.

Блоки вимірювання струму призначені для вимірювання таких діагностичних параметрів, як сила струму, що споживається статорною обмоткою асинхронного двигуна в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки надходить на відповідні порти мікроконтролера. Блоки вимірювання величини фазних струмів асинхронних електродвигунів (БВС1-БВС4) складаються (на прикладі БВС1) з трьох трансформаторів струму, первинні обмотки яких встановлено в колі живлення кожної фази асинхронного двигуна М1 для виміру фазного струму, з виводів вторинних обмоток трансформаторів струмів сигнал подається на випрямляючий діодний міст, випрямлений струм подається на пороговий елемент - потенціометри, якими задається граничне значення фазного струму в кожній обмотці асинхронного двигуна.

Блоки вимірювання температури призначені для вимірювання і перетворення діагностичного параметру – температури ізоляції обмотки в інформативний електричний сигнал, який для подальшої обробки надходить на відповідні порти мікроконтролера. Блоки вимірювання температури обмоток асинхронних електродвигунів (БВТ1-БВТ4) складаються (на прикладі БВТ1) з трьох послідовно з'єднаних терморезисторів з негативним диференціальним опором (термісторів), які зменшують свій опір при підвищенні температури обмоток елект-

родвигуна, які знаходять в його обмотках, мікросхеми, яка виконує функцію ідеального джерела струму і стабілізуючого її роботу резистора.

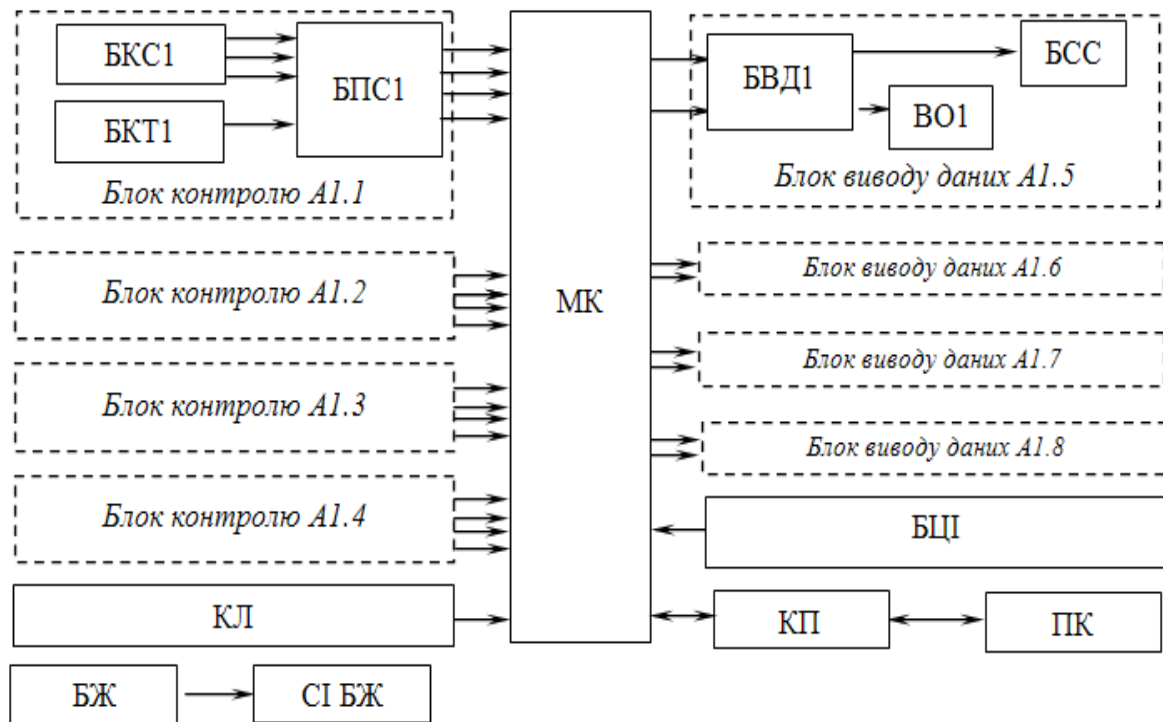


Рисунок 1 – Структурна схема пристрою контролю, діагностування і захисту асинхронних двигунів

Блок обробки даних режимів роботи асинхронних електродвигунів (МК) складається з мультиплектора типу МС74АС153, який виконує функцію цифрового пристрою опитування блоків вимірювання фазних струмів кожного двигуна (БВС1.1-БВС4.1) і блоків вимірювання перевищення температури обмоток електродвигунів (БВТ1-БВТ4) і передає ці дані в мікроконтролер типу АТmega 16. Мікроконтролер здійснює обробку і порівняння вхідних діагностичних параметрів з величинами уставок.

Визначення вхідних параметрів діагностування, порівняння їх з уставками, прийом і видача сигналів управління виконуються за програмою. Програмою передбачений ввід даних щодо конструктивних, режимних і експлуатаційних чинників.

Для вводу даних і управління пристроєм в схемі передбачена клавіатура (КЛ), а за спостереженням за поточним значенням діагностичних параметрів – блок цифрової індикації (БЦІ) типу ВС 1602.

Таким чином у мікроконтролері сигнали обробляються, порівнюються з гранично заданими і результати порівняння через демультимплексор типу МС74НС139А передаються на блоки виводу даних контролю режимів роботи асинхронних двигунів (БВД1-БВД4).

Блоки виводу даних контролю режимів роботи асинхронних двигунів (БВД1-БВД4), наприклад БВД1, містять транзисторний ключ типу 2N2222, який призначений для підсилення сигналу для управління виконавчим органом (ВО), яким є котушка проміжного реле.

Блок світлової сигналізації аварійного відключення електродвигуна при значному перевищенні фазного струму номінального значення або досягненні температури обмотки граничного значення (БСС1-БСС4) виконаний світлодіодами типу АЛ1102О, які світяться червоним кольором.

Живлення електронних блоків пристрою здійснюється від блоку живлення. Блок живлення складається з трансформатора напруги типу ТП-122-6, випрямляючого діодного мосту з діодами типу 1NS392, фільтрів напруги, стабілізатора напруги, виконаного мікросхемою LM78. На блок живлення подається напруга за допомогою тумблера з фіксацією його у замкнутому стані контакту.

Блок світлової індикації режиму блоку живлення представляє собою світло діод з світлом білого кольору типу АЛ102Б.

Виконавчий орган (ВО1-ВО4) складається з реле напруги, які призначені для знеструмлення своїми контактами котушок магнітних пускачів.

В пристрої передбачений комутаційний порт (КП) – це роз'єм, для підключення ISP-програмактора, який призначений для запису програми в мікроконтролер та призначенням якого є обмін даними між пристроєм і персональним комп'ютером.

Висновок. Розроблений пристрій дозволяє контролювати роботу групи з чотирьох асинхронних двигунів, захищати їх від аномальних режимів, підвищити їх експлуатаційну надійність та збільшити строк експлуатації.

Список використаних джерел.

1. Некрасов А.И. Система технического сервиса электрооборудования в АПК / А.И. Некрасов //Механизация и электрификация сельского хозяйства, – 2002. – №5, - С.23-25.
2. Данилов В.Н.. Классификация устройств защиты электродвигателей от аварийных режимов. /В.Н. Данилов. //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1987. – С. 34-37.
3. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / В.В.Овчаров. – К.: Изд – во УСХА, 1990. – 168 с.
4. Мусин А.М.. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты. / А.М. Мусин. – М.: Колос, 1979. – 112 с.

УДК 621. 316. 333

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

Шепель А. В., 4 курс;

Тищенко О.К., к.т.н.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка**Запропонована система керування та захист асинхронного електродвигуна, яка спроможна миттєво вимкнути з мережі електродвигун при неповно фазному режимі роботи, при досягненні певної температури обмоток та за певною швидкістю її заміни.*

167

Постановка проблеми. Ефективність роботи багатьох об'єктів сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від надійності електроприводів та автоматизації їх роботи. Необхідність вдосконалення засобів захисту та систем керування приводами різних установок обумовлених високою аварійністю двигунів з короткозамкненим ротором при роботі їх у більшості випадків в неповнофазному режимі та з переваженням по струму.

Мета статті. Метою статті є опираючись на раніше виконані автором, і не тільки, дослідження і розробки, запропонувати удосконалену систему керування електроприводом з захисту електродвигунів від роботи в неповнофазному режимі і від перевантаження по струму.

Аналіз останніх досліджень. Питання захисту електричних двигунів від роботи в аварійних режимах присвячені роботи [1-2]. Однак, можливості вдосконалення систем керування електроприводами щ відповідними засобами захисту електричних електродвигунів від роботи в аварійних режимах не вичерпані [3].

Основні матеріали дослідження. Варіанти запропонованих нами засобів захисту електричного двигуна від роботи в аварійних режимах побудованих за запропонованими принципами, розглядалися раніше [1, 2]. В цій статті запропонований варіант втілення в систему керування та захисту електропривода.

Система керування і захисту електропривода, що пропонується (рис. 1), передбаченні схеми пуску та зупинки, схема захисту електричного двигуна від роботи при неповнофазному режимі та схема захисту електричного двигуна від роботи електричного двигуна при перевантаженні. В схему керування пуском та зупинкою двигуна входять: однопровідний випрямляч VD1...VD3, приєднаний через кнопку S1 та через пускову кнопку SB2 до аноду і управляючого електроду тиристора через розв'язуючий діод VD4 і обмежувальний резистор R2 відповідно. Схема захисту від роботи в неповнофазному режимі включає в себе той же трифазний однопівперіодний випрямляч VD1...VD3, підключений до мережі, на виході випрямляча ввімкнені послідовно тиристор VS1, виконавчий елемент KV1 зашунтований ланцюгом з послідовно з'єднаним резистором R4 і конденсатором C1. Схема захисту від перевантаження за струмом включає: трансформатор T1, випрямлячі на діодах VD5...VD8, VD9...VD12 і конденсаторах C2, C3; терморезистор RK1, встановленого на осередді статора або його обмотках, струмообмежуючі резистори R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13 та R14, R15, R16, R17. Система працює так. Після вмикання автоматичного вимикача QF1 вона одержує живлення від мережі 380 В. Про що буде свідчити загоряння сигнальної лампи HL1. Транзистори VT1, VT2 підсилювача закриті в схемі захисту від перевантажень за струмом, транзистор VT3 електронного ключа відкритий, реле KV2 спрацьовує і замикає свій контакт KV2:1. Транзистори VT4, VT5 тригера Шмідта відповідно закрито і відкрито; транзистор VT6 електронного ключа закритий і обмотка реле KV3 знеструмлена. Система готова до подальшого її використання. Пуск електричного двигуна здійснюється натисканням кнопки

“Пуск” SB2. При цьому напруга від випрямляча на діодах VD1...VD3 подається через діод VD4 на анод і через резистор R2 на управляючий електрод тиристора VS1. Останній відкривається і починається зарядка конденсатора C1 в контурі штучної комутації, а по ланцюгу резистор R3 обмотка реле KV1 протікає випрямлений струм. Виконавче реле KV1 спрацьовує і контактом KV1:1 вмикає котушку магнітного пускача KM1 в мережу змінного струму, а другим контактом KM1:2 шунтує кнопку “Пуск” SB1. Магнітний пускач KM1 спрацьовує і своїми силовими контактами комутує коло живлення електричного двигуна М, забезпечуючи його пуск. При цьому сигнал лампи HL1 погасне а лампа HL2 загориться, що буде свідчити про те, що магнітний пускач спрацював і напруга повинна бути подана на затискачі двигуна М. Треба мати на увазі, що реле KV1 повинно бути вибрано так, щоб сила струму його спрацювання була більша, за силу струму утримання тиристора. За цієї умови останній замикається після розмикання кнопки SB2 у відкритому стані. При нормальних умовах робота електричного двигуна буде продовжуватись до тих пір поки не натиснемо на кнопку “Стоп” SB1.

У випадку виникнення неповнофазного режиму схема захисту від такого режиму відреагує практично миттєво і двигун буде вимкнено з мережі незалежно від того втрата фази мережі матиме місце до його пуску чи під час роботи [1]. В роботі [2] нами детально розглянуто можливі режими роботи такої схеми захисту з приведенням діаграм, які пояснюють дії схеми захисту. Особливістю схеми захисту електричного двигуна системи від перевантаження полягає в тому, що вона спрацьовує не лише за певної температури обмоток, але й за певної швидкості її зміни. Схема працює так.

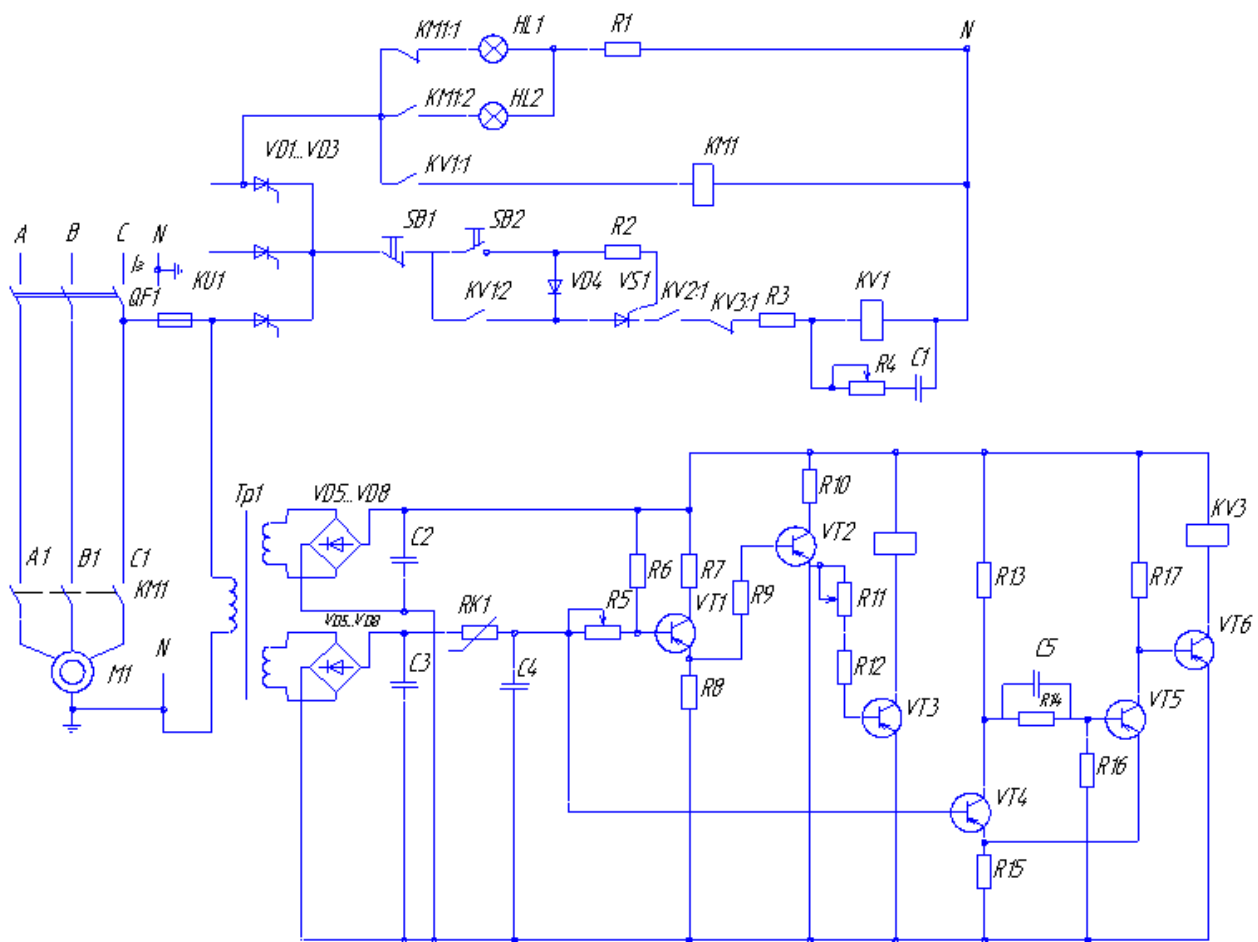


Рисунок 1 - Система керування і захисту електропривода.

При підвищенні струму в обмотках електродвигуна вони нагріваються, опір терморезистора RK1 зменшується, транзистор VT3 закривається і котушка реле KV2 знеструмлюється, його контакт KV2:1 розмикається. Знеструмлюється реле KV1. Його контакт в колі живлення котушки магнітного пускача KM1 розмикається, що приведе до вимкнення електричного двигуна з мережі в результаті розмикання силових контактів магнітного пускача. Температура вимикання електричного двигуна з мережі 60-1600С, а встановлюються змінними

резисторами R5,11. При збільшенні температури статорних обмоток опір терморезистора зменшується і конденсатор С4 починається підзаряджатися. Оскільки ланцюг RK1-С3 диференціює напругу під зарядження конденсатора, крутизна її фронту пропорційно залежить від швидкості зміни величини опору терморезистора (швидкості зростання температури обмоток). При швидкості зростання її до 5-60С за хвилину ця напруга відкриває транзистори VT4, VT6 і закриває транзистор VT5. Обмотка реле KV3 починає живитись струмом і своїм контактом KV3:1 розмикає ланцюг живлення реле KV1. Електродвигун вимикається з мережі. Для відновлення роботи електродвигуна потрібно знову вмикати кнопку “Пуск” SB2.

Висновок. Запропонована система керування і захисту асинхронного електропривода в якій передбачено схеми пуску і зупинки, захистів від неповно фазних режимів та схеми захисту від перевантажень за струмом. Вона реагує на неповнофазні режими, зміну температури та швидкість її зміни.

Список використаних джерел.

1. Грундулис А. И. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве / А. И. Грундулис – М: Агропромиздат, 1988. – 300 с.
2. Тищенко О. К. Система керування та захисту привода водопостачальної установки / О. К. Тищенко // Вісник ХДТУСГ ім. П. Василенка: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Х.: ХДТУСГ, 2007. – Вип. 57, Т. 1. – С. 126 – 133.

УДК 621.313.075

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОСОБІВ КЕРУВАННЯ АСИНХРОННИХ МІКРОДВИГУНІВ

Черкас С.І., магістрант;
Ковальов О.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведені теоретичні дослідження особливостей конструкції та способів керування асинхронних мікродвигунів, які використовуються у промислових та побутових агрегатах.

Постановка проблеми. Застосування асинхронних мікродвигунів виконується майже кожного дня будь якою людиною у повсякденному житті та на виробництвах різноманітного типу, але інформація яка приводяться у літературних джерелах є неповною.

Аналіз останніх досліджень. Інформація яка приведена в літературних джерелах про асинхронні мікродвигуни, їх роботу та способи керування є не повною, або розгорнута у неповному вигляді.

Сучасний стан електротехнічних служб пов'язаний з ремонтом малогабаритних асинхронних електродвигунів сільськогосподарського та побутового використання не дає можливості в достатній мірі забезпечувати поточний контроль даного виду електрообладнання, або взагалі не виконується. Поточний контроль даного обладнання на деяких підприємствах взагалі не виконується, тому що вважається не доцільним, що є великою помилкою.

Формулювання цілей статті. Теоретичне дослідження принципу роботи, будови, використання та способів керування різними видами асинхронних мікродвигунів.

Основна частина. Асинхронні двигуни невеликої потужності (15...600 Вт) застосовують в автоматичних пристроях і електропобутових приладах, що не вимагають регулювання частоти обертання. В електропобутових приладах і автоматичних пристроях звичайно використовують однофазні мікродвигуни, тому що ці прилади й пристрою, як правило, одержують живлення від однофазної мережі змінного струму.

Принцип дії й пристрій однофазного двигуна. Обмотка статора однофазного двигуна (рис. 1, а) розташована в пазах, що займають приблизно 2/3 окружності статора, яка відповідає парі полюсів. У результаті розподіл МРС і індукції в повітряному зазорі близько до синусоїдального. Оскільки по обмотці проходить змінний струм, МРС пульсує в часі із частотою мережі. Індукція в довільній точці повітряного зазору

$$B_x = B_m \cdot \sin \omega \cdot t \cdot \cos(\pi \cdot x / \tau). \quad (1)$$

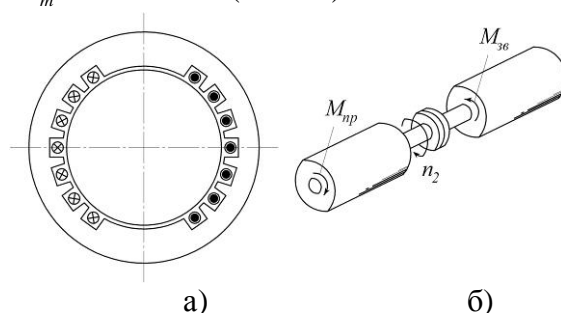


Рисунок 1 – Поперечний розріз статора однофазного асинхронного двигуна (а) і напрям обертових моментів, діючих на його ротор (б).

Таким чином, в однофазному двигуні обмотка статора створює нерухливий потік, що змінюється в часі, а не круговий обертовий потік, як у трифазних двигунах при симетричному живленні (2) тобто замінимо нерухливий пульсуючий потік сумою ідентичних кругових полів, що обертаються в протилежних напрямках, що мають однакові частоти обертання: $n_{1np} = n_{1обр} = n_1$. Аналіз властивостей однофазного двигуна можна звести до розгляду спільної

дії кожного з обертових полів. Іншими словами, однофазний двигун можна представити у вигляді двох однакових двигунів, ротори яких жорстко зв'язані між собою (рис. 1, б), при зустрічному напрямку обертання магнітних полів і створюваних ними моментів M_{np} і $M_{зв}$. Поле, напрямком обертання якого збігається з напрямком обертання ротора, називають прямим; поле зворотного напрямку – зворотним або інверсним.

$$B_x = 0,5B_m \cdot \sin(\omega \cdot t - \pi \cdot x/\tau) + 0,5B_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \pi \cdot x/\tau). \quad (2)$$

Електромагнітні моменти M_{np} і $M_{зв}$, утворені прямим і зворотним полями, спрямовані в протилежні сторони, а результуючий момент однофазного двигуна $M_{рез}$ дорівнює алгебраїчній сумі моментів при одній і тій же частоті обертання ротора.

Конструкція та способи керування. Виконавчими двигунами змінного струму служать головним чином двофазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором (рис. 2, а). Одна з обмоток статора З, називана обмоткою збудження, підключається до мережі змінного струму з постійним діючим значенням напруги U_3 . До другої обмотки статора К, яку називають обмоткою керування, підводиться напруга керування U_k від керуючого пристрою КП.

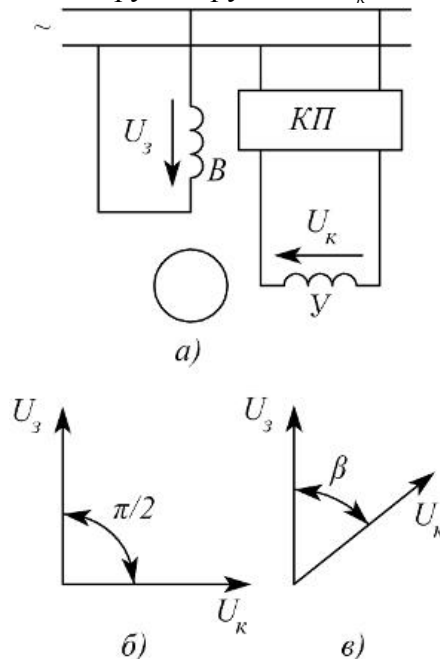


Рисунок 2 – Принципова схема асинхронного виконавчого двигуна (а) та векторні діаграми напруги при амплітудному (б) і фазному керуванні.

Розрізняють три основні способи керування частотою обертання виконавчого двигуна: амплітудне, фазове й амплітудно-фазове.

Амплітудне керування характеризується тим, що змінюється тільки амплітуда напруги керування або пропорційне їй діюче значення U_k цієї напруги. Вектори напруг керування і збудження при всіх значеннях напруги U_k утворюють кут 90° (рис 2, б).

Напруга керування зазвичай виражають у відносних одиницях як відношення U_k до напруги збудження U_3 , наведеної до витків обмотки керування. Це відношення називають ефективним коефіцієнтом сигналу

$$\alpha_e = U_k / U'_3 = kU_k / U_3, \quad (3)$$

де $U'_3 = U_3 (w_k / w_3)$;

$k = w_3 / w_k$ – коефіцієнт трансформації.

Фазне керування характерне тим, що напруга керування U_k залишається незмінною за розміром і дорівнює U'_3 , а регулювання частоти обертання досягається шляхом зміни кута зрушення фаз β між векторами напруг збудження й керування (рис. 2, в). За коефіцієнт сиг-

налу при фазному керуванні приймається синус кута зрушення фаз β між векторами напруг \dot{U}_κ і \dot{U}_σ , тобто $\alpha = \sin \beta$.

Амплітудно-фазне керування характеризується тим, що змінюється як амплітуда напруги керування, так і кут зрушення фаз між напругами \dot{U}_κ і \dot{U}_σ , що подаються на обмотки статора. Для реалізації цього способу можуть бути застосовані дві схеми. В одній з них напруга збудження U_σ залишають постійною, а напругу керування U_κ змінюють по величині й фазі; в іншій – у коло обмотки збудження включають фазозсувний конденсатор, а керування двигуном здійснюють шляхом зміни по величині напруги керування U_κ . При цьому одночасно змінюється по величині й фазі напруга U_σ .

При всіх методах керування частота обертання асинхронного двигуна змінюється за рахунок утвору несиметричного еліптичного магнітного поля, яке можна представити у вигляді двох кругових обертових полів прямої і зворотної послідовності. Зміна напруги на обмотці керування по величині або фазі приводить до зміни співвідношень між амплітудами потоків прямої і зворотної послідовностей. У зв'язку із цим змінюється вид механічної характеристики, а отже, і частота обертання двигуна. Зменшення частоти обертання досягають шляхом збільшення еліптичності магнітного поля, тобто шляхом збільшення поля зворотної послідовності, яке створює гальмуючий момент. Однак при цьому зростають і втрати потужності у двигуні.

Конструкція виконавчих двигунів. Керованість виконавчим двигуном забезпечується шляхом застосування ротора з великим активним опором. Одним з можливих рішень є застосування ротора з обмоткою типу «біляча клітка». Для збільшення опору стрижні виконують із матеріалу з підвищеним питомим опором (латуні, фосфористої бронзи та ін.) і порівняно малим поперечним перерізом. Конструкція такого двигуна (рис. 3, а) мало відрізняється від конструкції звичайного асинхронного двигуна. Його основним недоліком є великий момент інерції ротора, що знижує швидкодія виконавчого двигуна. Для зменшення моменту інерції у двигунах цього типу застосовують ротори відносно малого діаметра з відношенням довжини до діаметра $l_a / D_a = 1,6 \dots 2,4$.

Також промисловість випускає виконавчі асинхронні двигуни з «білячою кліткою скрізної конструкції» (рис. 3, б). У цих двигунах внутрішній діаметр статора дорівнює діаметру розточення під підшипники в щитах, що дає можливість обробляти внутрішню поверхню статора й отворів під підшипники одночасно, після установки підшипникових щитів. У результаті суттєво зменшується ексцентриситет ротора й двигуни можуть бути виконані з досить малим повітряним зазором (0,03...0,05 мм), що дозволяє при незмінних габаритах двигуна збільшити його обертаючий момент або підвищити КПД та $\cos \phi$. У таких двигунах для зменшення моменту інерції ротор виконують малого діаметра ($l_a / D_a = 2 \dots 3$), а обмотку статора зазвичай заливають епоксидною смолою, завдяки чому вона утворює разом з пакетом статора монолітну конструкцію.

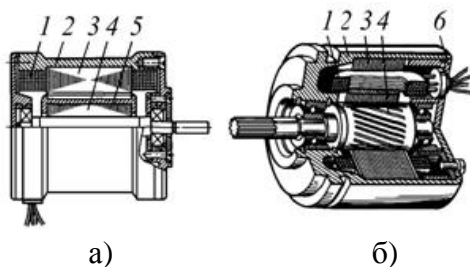


Рисунок 3 – Конструкція виконавчих двигунів (а, б) з «білячою кліткою» на роторі: 1 - обмотка статора; 2 - корпус; 3 - статор; 4 - ротор; 5 - «біляча клітка»; 6 - підшипниковий щит.

Значне поширення мають виконавчі двигуни з порожнім немагнітним ротором (рис. 4) і зовнішнім статором, на якому розташовано дві обмотки, зрушені в просторі на кут 90° . Ротор виконаний у вигляді тонкостінного порожнього циліндра з алюмінію. Для зменшення магнітного опору двигуна є також внутрішній статор, що набирається з аркушів електротехнічної сталі, так само як і зовнішній статор. При проходженні струму по обмотках статора створю-

ється обертове магнітне поле й у роторі індукується ЕРС, спрямована по утворюючій циліндра. Під дією цієї ЕРС у роторі виникають вихрові струми, які, взаємодіючи з обертовим полем, створюють електродинамічні зусилля й обертаючий момент.

Характерною рисою двигуна з порожнім немагнітним ротором є значний струм холодного ходу, що становить 85...95% від номінального. Це пояснюється тим, що в розглянутому двигуні розрахункове значення ефективного повітряного зазору δ_3 (з урахуванням товщини порожнього ротора) значно більше, чим в асинхронному двигуні нормального виконання.

Іноді порожній ротор виконують феромагнітним (сталевим). При цьому внутрішній статор не потрібно й конструкція двигуна сильно спрощується. Однак двигун з порожнім феромагнітним ротором має ряд істотних недоліків, основними з яких є можливість прилипання ротора до статора при нерівномірному повітряному зазорі або зношуванні підшипників і знижена швидкодія (в 10...20 разів) у порівнянні зі швидкістю двигуна з немагнітним ротором (через збільшення моменту інерції й зниження обертаючого моменту).

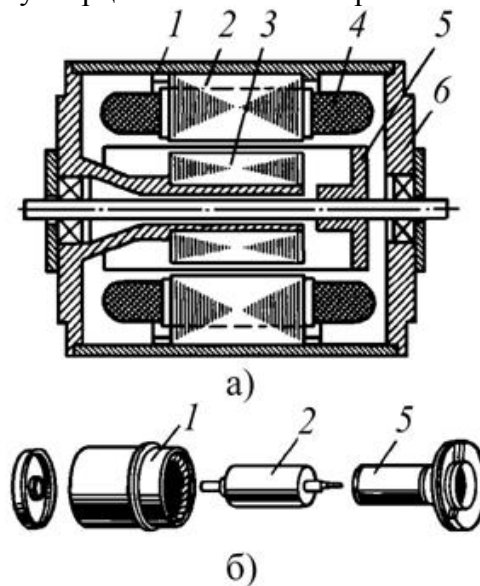


Рисунок 4 – Конструкція двигуна з порожнім немагнітним ротором (а) та його основні конструктивні елементи (б): 1 - корпус; 2 - зовнішній статор; 3 - внутрішній ротор; 4 - обмотка статора; 5 - порожній немагнітний ротор; 6 - підшипниковий щит.

Висновки. Узагальнені данні дають можливість повніше ознайомитись з роботою малогабаритних виконавчих електродвигунів, що спрощує їх експлуатацію та ремонт. Додаткові данні спрощують вибір двигунів даного типу для необхідного обладнання та дають можливість виконувати регулювання швидкості у необхідних діапазонах з мінімальними втратами.

Список використаних джерел.

- 1 Брусин Д. Э. Электрические машины и электромашины/ Д.Э. Брусин: 3-е издание, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 528 с.
- 2 Усольцев А.А. Электрические машины автоматических устройств/ А.А. Усольцев. - Санкт-Петербург, 2011. – 213 с.
- 3 Арменский Е.В. Электрические микромашини/ Е.В. Арменский, Г.Б.Фалк. – М.: Высш. шк., 1985. – 231 с.

УДК 658.011.56

ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ОЧИСНИХ МАШИН ЗЕРНОПУНКТІВ

Сова О.С., 5 курс;

Карпова О.П., к.т.н.,

Постнікова М.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведена техніко-енергетична оцінка очисних машин зернопунктів.

Постановка проблеми. Необхідна техніко-енергетична оцінка існуючих зерноочисних машин, так як використання застарілого обладнання на зернопунктах призводить до підвищення повної енергоємності готової продукції і, як наслідок, - нераціональному використанню електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. За даними Міністерства агропромислового комплексу [1], у виробників залишається близько 14 млн. т зерна, тобто половина, а вони оснащені застарілими критими токами тільки на 57% із морально і фізично застарілими машинами та обладнанням.

Технічний рівень основних машин післязбиральної обробки зерна характеризується цілим набором основних показників [2-5]. Це основне технологічне обладнання визначає собою технічний рівень ліній обробки зерна в цілому і якість обробки зерна.

Мета статті. Провести техніко-енергетичну оцінку існуючих очисних машин зернопунктів.

Основні матеріали дослідження. Для аналізу очисних машин зернопунктів використовуємо методику порівняльної оцінки технологічного обладнання [6]. Для порівняння були обрані наступні показники:

- питома продуктивність, $Q_{\text{пит}}$, т/кВт·год;
- енергоємність обладнання, $E_{\text{пит}}$, кВт·год/т;
- питома металоємність обладнання, $M_{\text{пит}}$, т/т;
- універсальність обладнання, $U_{\text{об}}$, ум. од.;
- рівень автоматизації, A , відн. од.;
- питома трудомісткість обслуговування, $T_{\text{пит}}$, люд.·год./т;
- питоми габаритні розміри, $\Gamma_{\text{пит}}$, м²/т.

В якості критерію техніко-енергетичного рівня обладнання запропонований інтегральний коефіцієнт ефективності обладнання, який визначається за формулою

$$K_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \left[2 \pm \frac{(\Pi_i - n) - \Pi_{\min}}{\Pi_i} \right],$$

де Π_i – значення i -го показника ряду, що розглядається;

Π_{\min} – значення мінімального з “ m ” показників ряду;

n – величина, що характеризує найбільше відхилення значень показників ряду.

При цьому

$$n = \frac{\Pi_{\max} - \Pi_{\min}}{m},$$

де m – загальне число показників, що використовуються для оцінки обладнання;

Π_{\max} , Π_{\min} – максимальне і мінімальне значення із загальної кількості показників.

Технічні характеристики зерноочисних машин зернопунктів представлені в таблиці 1. Дані розрахунку техніко-енергетичних показників сучасних очисних машин приведені в таблиці 2. Обладнання, що має найбільший сумарний інтегральний коефіцієнт ефективності, є найбільш ефективним і досконалим.

Таблиця 1 – Технічна характеристика зерноочисних машин

Показник	Зерноочисні машини				
	ОВП-20А	ЗД-10000А	ЗВС-20	ЗВ-10000	ЗАВ-10.30000
Продуктивність, т/год.: на продовольчому матеріалі (пшениця вологістю до 16% і засміченістю до 20%)	до 20	20	20	5	10
Габарити в робочому положенні, мм:					
довжина	4355	1955	3000	2260	2670
ширина	5000	1500	2070	1670	1480
висота	3285	1980	2700	1685	2525
Сумарна встановлена потужність, кВт	9,6	4	5,5	1,1	1,1
Вага машини, кг	1960	654	1975	590	1020

Таблиця 2 – Техніко-енергетичні показники зерноочисних машин

Тип машини	$Q_{\text{пит.}}$, т/кВт·год.	$E_{\text{пит.}}$, кВт·год./т	$M_{\text{пит.}}$, т/т	$U_{\text{об}}$, ум. од.	A , відн. од.	$\Gamma_{\text{пит.}}$, м ² /т	$\Gamma_{\text{пит.}}$, люд./год./т	K_{Σ}
ОВП-20А	2,08	0,48	0,098	1,25	0,7	1,075	0,05	17,85
ЗД-10000А	5,0	0,2	0,033	1,25	0,7	0,146	0,05	57,89
ЗВС-20	3,63	0,275	0,098	1,25	0,7	0,31	0,05	8,34
ЗВ-10000	4,5	0,22	0,118	1,25	0,7	0,75	0,2	30,1
ЗАВ-10.30000	9,09	0,11	0,102	1,25	0,7	0,395	0,1	57,74

Висновок. Проведена в роботі техніко-енергетична оцінка зерноочисних машин показала, що найбільш ефективним обладнанням є машини ЗД-10000А і ЗАВ-10.30000, так як коефіцієнт техніко-енергетичної оцінки найбільший і дорівнює 57,89.

Список використаних джерел.

1. Проблеми механізації зберігання і переробки зерна (стан і перспективи) // Пропозиція. – 2000. - №8-9. – С. 86-88.
2. Прогноз розвитку техніки для очистки зерна в с.х. Советского Союза // ГС КБ. – Воронеж: 1986. – 112 с.
3. Как правильно выбрать зерноочистительную машину // Техника и оборудование для села. – 2003. - №7. – С. 20-23.
4. Желтов В.С. Механизация послеуборочной обработки зерна. Справочник / В.С. Желтов, Г.Н. Павлихин, В.М. Соловьёв. – М.: Колос, 1973. – 255 с.
5. Машины для послеуборочной обработки зерна / [Б.С. Окнин, Н.В. Горбачёв и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.
6. Назарьян Г.Н. Методика сравнительной оценки технологического оборудования в курсовых и дипломных проектах / Г.Н. Назарьян, А.П. Карпова // Збірник науково-методичних праць. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – Вип. 8. – С. 62-68.

УДК 621.313:696/697

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

Сілі І.І., магістрант;
Куценко Ю.М., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Стаття присвячена актуальній проблемі енергозбереження в агропромисловому комплексі
України.*

176

Постановка проблеми. Рівень енергоспоживання і екологічна безпека сьогодні є найбільш актуальними проблемами в усіх галузях і сферах життєдіяльності людини. Таке обладнання, як вентилятори та кондиціонери, входить в першу п'ятірку лідерів споживання електроенергії. Так споживання енергії вентиляторами в даний час складає близько 410 терават - годин на рік. Основним способом подальшого підвищення енергоефективності обладнання вентиляторів є використання вентиляторів з електронно-комутованим двигуном (Electronically commutated motors, або, скорочено, ЕС-двигуни) [1].

Аналіз останніх досліджень. Електронно-комутовані двигуни – це двигуни з електронним комутатором. Відмінною особливістю ЕС-двигунів є те, що об'єднуючи в собі властивості комутованих (колекторних) двигунів, ЕС-двигуни не мають механічних щіток, що є основним недоліком двигунів з класичним комутатором. У ЕС-двигунах електронний (безконтактний) комутатор забезпечує ефективне регулювання двигуна. Зазвичай в якості електроприводу вентиляторів використовують асинхронні двигуни. ЕС-двигуни порівняно з асинхронними мають більш високий ККД і значно меншу вагу і розміри. Порівняння прямого приводу ЕС-двигуна із зовнішнім ротором і асинхронного двигуна з ремінною передачею показують наступні переваги ЕС-двигунів: економічність, компактність і менші розміри, менше споживання електроенергії, відсутність необхідності додаткового обслуговування [2].

Мета статті. Метою статті є економічне та теоретичне обґрунтування ефективності використання електронно-комутованих двигунів при вентиляції виробничих приміщень.

Основні матеріали дослідження. Вентилятор - це центральний елемент в кожній вентиляційній системі. На відміну від старих вентиляторів, побудованих за класичною схемою з зовнішнім електродвигуном, сучасні вентилятори досить компактні. Невеликих розмірів вдалося досягти за рахунок застосування вбудованого двигуна, реалізація якого стала можливою тільки після впровадження схеми електродвигуна із зовнішнім ротором [1]. В даний час при проектуванні систем вентиляції все більше уваги приділяється питанням енергозбереження. Найголовнішим напрямом в енергозбереженні є зниження непотрібних втрат енергії. Звичайний промисловий двигун за рік споживає електроенергії на суму, яка в 5 разів перевищує його вартість. Стає зрозуміло, що оптимізація витрат електроенергії сьогодні актуальна, як ніколи.

Нинішній рівень розвитку електроніки, нанотехнологій мікропроцесорних засобів управління і регулювання дає можливість максимально використовувати досягнення науки для економії електроенергії. Існують новітні способи оптимізації швидкості технологічних механізмів, які в комбінації з великими можливостями автоматизації дозволять істотно скоротити споживання енергетичних ресурсів. Оптимальне рішення по створенню виконавчого двигуна для сучасного, високодинамічного, точного і надійного приводу вентиляційних установок могло б бути досягнуто, якщо б вдалося поєднати в одному пристрої переваги колекторного двигуна постійного струму і синхронного двигуна. Це стало причиною появи електронно-комутованого двигуна (ЕС-двигуна). ЕС-двигун - це безколекторний синхронний двигун з вбудованим електронним управлінням, або, більш коротко, електронно-комутований (Electronically Commutated) двигун. Його іноді також називають BLDC-двигуном (Brushless DC motor), тобто безщітковим двигуном постійного струму. Вентилято-

ри, побудовані на базі даного двигуна, називаються ЕС -вентиляторами. Унікальність ЕС -двигунів полягає в інтеграції електроніки безпосередньо в двигун. ЕС-двигун має зовнішній ротор, в якому розташовуються сегменти з постійними магнітами.

Управління обертанням ротора ЕС-двигуна здійснюється за рахунок контрольованої подачі електроенергії на обмотку статора залежно від положення ротора, яке відстежується за допомогою датчиків Хола, а також заданих параметрів регулювання, що надходять, наприклад, від зовнішніх датчиків відповідного типу у вигляді струмових (4-20 мА) або потенційних (0-10 В) сигналів. При цьому вбудований PID-регулятор дозволяє, поряд з пропорційним керуванням, встановлювати швидкість реагування двигуна на зміну керуючого сигналу в залежності від його диференціальних та інтегральних показників. Це гарантує повний контроль над витратою енергії, точну, плавну і автоматичну підтримку параметрів (залежно від температури, вологості, тиску, якості повітря і т.п.) У виробничих умовах іноді виникає необхідність без зупинки вентиляційної установки змінювати подачу вентилятора. При цьому змінюється тиск, що розвиває вентилятор, споживана привідним двигуном потужність та коефіцієнт корисної дії. Досить поширеним способом регулювання параметрів вентиляційної установки є дроселювання, тобто встановлення перед вентилятором або за ним заслінки, що частково перекриває повітропровід. При цьому збільшується коефіцієнт місцевих втрат і зростає споживана потужність [3]. Регулювання подачі повітря зміною частоти обертання ротора привідного електродвигуна дозволяє знизити споживання електроенергії. На рисунку 1 представлений графік залежності тиску, який створює вентилятор від подачі при дросельному регулюванні та при регулюванні зміною частоти обертання ротора двигуна. Потужність, яка необхідна для приводу вентилятора визначається за формулою [4]

$$P_{\text{дв.}} = \frac{Q \cdot H}{\eta_{\text{в}}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{дв.}}$ – потужність привідного електродвигуна, Вт;

Q – подача вентилятора, м³/с;

H – повний тиск вентилятора, Па;

$\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт корисної дії вентилятора, який враховує гідравлічні втрати потужності в робочому колесі і на перетікання повітря через зазори всередині вентилятора.

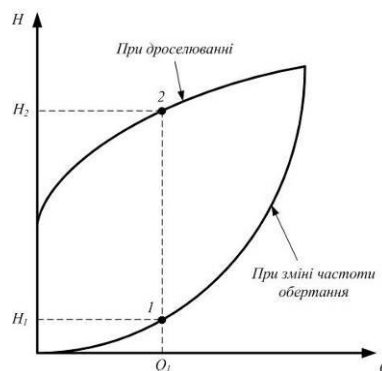


Рисунок 1 – Залежність $H=f(Q)$ при дроселюванні та при зміні частоти обертання.

На рис. 1 видно, що вихідний тиск потоку H залежить від подачі повітря Q . Для створення подачі Q_1 при дроселюванні треба створити більший тиск H_1 ніж при регулюванні частоти обертання ротора тиск H_2 , оскільки значна частина енергії розсіюється на засувці, яка чинить опір рухомому потоку повітря. Це призводить до зростання споживаної потужності електродвигуном згідно рівняння 1. В результаті отримуємо, що регулювання подачі повітря вентилятором зміною частоти обертання ротора привідного електродвигуна є більш енергоефективним.

Проведемо розрахунок вентиляції для виробничого приміщення елеватору та з'ясуємо, який двигуни є оптимальним. Маємо наступні вихідні дані:

елеватор – «Розівський елеватор», смт. Розівка, Запорізької області [5];

приміщення – приміщення очистки зерна;

розміри приміщення – довжина 17 м, ширина 8 м, висота 3 м;

кількість шкідливих речовин (пилу), що виділяється у приміщенні за годину – $U = 15680$ мг/год [6].

Визначимо кількість повітря, яке потрібно замінити за формулою

$$L = \frac{U}{k_1 - k_2}, \quad (2)$$

де U – кількість пилу, що надходить у повітря цеху, мг/год.;

k_1 - гранично допустима концентрація пилу, що надходить у повітря цеху, мг/м³;

k_2 - концентрація тих же шкідливих речовин у припливному повітрі, мг/м³.

$$L = \frac{15680}{10} = 1568 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Питомі втрати тиску визначаємо за формулою

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{v_2 \cdot \gamma}{2g}, \quad (3)$$

де λ - коефіцієнт опору тертя, який залежить від шорсткості стінок повітропроводу (для сталевих повітропроводів $\lambda/d = 0,031$);

v - швидкість повітря, м/с;

d - діаметр повітропроводів, мм;

γ - питома вага, Н/м³, $\gamma = 1,2$ Н/м³;

g - прискорення сили тяжіння, м/с².

Значення λ/d приймаємо залежно від діаметру повітропроводу d , та швидкості транспортування повітря v .

$$R = 0,031 \cdot \frac{9^2 \cdot 1,2}{2 \cdot 9,8} = 0,154 \text{ Па/м}$$

Загальні витрати тиску на кожній розрахунковій ділянці і вітках визначаємо

$$H = R \cdot L, \quad (4)$$

$$H = 0,154 \cdot 17 = 2,618 \text{ Па}$$

Необхідна потужність електродвигуна вентилятора, кВт

$$P_{\text{вент}} = \frac{L \cdot H \cdot k}{3600 \cdot \eta}, \quad (5)$$

де L – кількість пилу що надходить в робочу зону, м³/г;

H – тиск, що створюється вентилятором, Па;

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,1 \dots 1,5$;

η – ККД вентилятора (0,5...0,8).

$$P_{\text{вент}} = \frac{1568 \cdot 2,618 \cdot 1,1}{3600 \cdot 0,8} = 1,567 \text{ кВт}$$

За отриманими даними обираємо стандартний вентилятор ВО 16-280 [4], у якого в якості привідного електродвигуна використовується асинхронний двигун з короткозамкненим ротором потужністю $P_{\text{ном}} = 2,2$ кВт та вентилятор марки S3G630AG0803 [2] з електронно-комутованим двигуном потужністю $P_{\text{ном}} = 1,7$ кВт.

Потужність, яку споживає електродвигун визначають за формулою [4]

$$P = M \cdot \omega, \quad (6)$$

де M – момент, що розвиває двигун, Н·м;

ω – кутова швидкість, рад/с.

Кутова швидкість електродвигуна визначається

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (7)$$

де n – частота обертання ротора двигуна, об/хв.

Режим роботи стандартного вентилятора вкл./викл., тобто при досягненні необхідного параметра вентилятор короткочасно відключається, при виході параметра за межі вентилятор включається і працює на 100%.

Вентилятор з ЕС-двигуном дозволяє здійснювати плавну зміну оборотів від мінімуму до максимуму в залежності від величини відхилення параметра завдання, тобто основну частину часу вентилятор працює на середніх або мінімальних обертах, лише короткочасно виходячи на максимальний 100% режим роботи. Це в свою чергу впливає на споживання потужності електродвигуном (табл. 1).

Таблиця 1 – Технічна характеристика вентиляторів

Вентилятор	Потужність ЕД, кВт	Навантаження, %	Частота обертів ЕД, об/хв.	Час роботи за рік, год.	Споживана потужність, кВт	Кількість спожитої електроенергії за рік, кВт·год.	Разом, кВт·год.
BO 16-280	2,2	100	1400	5500	2,2	12100	12100
		0	0	3260	0	0	
S3G630AG0 803	1,7	100	1220	1000	1,7	1700	4092,8
		75	915	2000	0,72	1440	
		50	610	4500	0,21	945	
		25	305	260	0,03	7,8	

З табл. 1 отримуємо, що річна економія електроенергії при використанні електронно-комутованого двигуна замість асинхронного з короткозамкненим ротором дорівнює

$$\Delta P = 12100 - 4092,8 = 8007,2 \text{ кВт.}$$

Економія коштові за оплату електроенергії за рік становить (при тарифі для сільськогосподарських споживачів $C_0 = 1,0497$ грн./кВт·год.)

$$\Delta C_p = \Delta P \cdot C_0, \quad (8)$$

$$\Delta C_p = 8007,2 \cdot 1,0497 = 8405,15 \text{ грн.}$$

Висновок. За результатами аналізу в якості приводу вентилятора ефективним є застосування електродвигуна з зовнішнім ротором, оскільки така конструкція виходить компактною та надійною. Найкращу плавність регулювання та мінімальні затрати електроенергії забезпечує електродвигун постійного струму з електронним комутатором.

ЕС-двигуни дозволяють зменшити енергоспоживання, при цьому збільшити продуктивність обладнання та строк його безперебійної роботи. При порівнянні ЕС-двигуна та асинхронного з короткозамкненим ротором для приводу вентилятора споживання потужності ЕС-двигуном майже в три рази менше. Це дозволяє значно економити кошти за оплату електроенергії.

Список використаних джерел

1. ЕС-двигатели [Електронний ресурс] – режим доступу www.ebmpapst.ru/ES_motors.php - назва з екрану.
2. Овчинников И.Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе/ И.Е. Овчинников. – Санкт-Петербург.:КОРОНА Век, 2006. – 336 с.
3. Сілі І.І. Аналіз систем вентиляції виробничих приміщень зберігання зернових та олійних культур/ І.І. Сілі, Т.Г. Артёмова, Ю.М. Куценко // Матеріали науково – технічної конференції магістрів та студентів. Випуск 10. – Т.2.,- Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – С. 25-28.
4. Жулай Є.Л. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній: Підручник / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, Д. Г. Войтюк. — К.: Вища освіта, 2001. — 288 с.



Автоматизація технологічних процесів в АПК

УДК 621.317.335

ВИКОРИСТАННЯ ЄМНІСНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ НЕЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН**Височенко Ю.О., 1 курс;****Нестерчук Д.М., к.т.н.***Таврійський державний агротехнологічний університет**Робота присвячена дослідженню та аналізу області застосування параметричних ємнісних перетворювачів. Обґрунтовані переваги та недоліки ємнісних перетворювачів, розроблена їх класифікація та охарактеризовані конструктивні особливості ємнісних перетворювачів.*

181

Постановка проблеми. Ємнісні первинні перетворювачі є різновидом електростатичних параметричних вимірювальних перетворювачів неелектричних величин, так як зміна неелектричної вимірюваної величини перетворюється в зміну ємнісного опору. Тому стає доцільним проаналізувати конструктивні особливості та обґрунтувати переваги та недоліки таких перетворювачів.

Аналіз останніх досліджень. Ємнісний перетворювач – це плоский або циліндричний конденсатор, ємність якого залежить від зміни вимірюваної неелектричної величини. Конденсатор складається з двох електродів, до яких приєднані вивідні кінці. Ємність конденсатора визначається розмірами та взаємним розміщенням його електродів, а також діелектричною проникністю середовища між ними за аналітичним виразом

$$C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}, \quad (1)$$

де C - ємність між електродами, Ф; ε_0 - діелектрична стала, Ф/м; ε - відносна діелектрична проникність середовища; S, d – відповідно площа поверхні електродів та відстань між ними.

Область застосування ємнісних перетворювачів надзвичайно різноманітна. Вони використовуються в системах регулювання та керування виробничими процесами у всіх галузях промисловості. Ємнісні перетворювачі та датчики застосовуються для контролю заповнення резервуарів рідкими, сипкими речовинами, як кінцеві вимикачі на автоматизованих лініях, конвеєрах, для позиціонування різних механізмів, а також для вимірювання тиску, товщини діелектричних матеріалів, вологості повітря, деформації, кутових та лінійних прискорень. [1,2].

Мета статті. Аналіз конструктивних особливостей ємнісних перетворювачів при вимірюванні неелектричних величин та розробка узагальненої класифікації.

Основні матеріали дослідження. На рисунку 1 наведений зовнішній вигляд ємнісних вимірювальних перетворювачів.



Рисунок 1 – Зовнішній вигляд ємнісних вимірювальних перетворювачів.

З формули (1) видно, що ємнісні перетворювачі можуть бути використані для вимірювання різних неелектричних величин за трьома напрямками в залежності від функціонального зв'язку вимірювальної неелектричної величини з такими параметрами, як змінна діелектричної проникності середовища, змінна площі перекриття електродів та змінна відстанні між електродами. Зміна одного цих параметрів змінює ємність конденсатора.

В першому випадку ємнісні перетворювачі застосовуються для аналізу складу речовини, оскільки діелектрична проникність є функцією властивостей речовини. При цьому вхідною неелектричною величиною є склад речовини, яка заповнює простір між електродами перетворювача. Особливо широко ємнісні перетворювачі першого типу застосовуються для вимірювання вологості твердих та рідких речовин, рівня рідин, а також для визначення геометричних розмірів невеликих об'єктів.

На основі другого та третього принципу побудовані ємнісні датчики лінійних та кутових переміщень, прилади для вимірювання зусиль, вібрацій, швидкості та прискорень, тиску та деформацій [1...3].

Згідно аналізу літературних джерел [1...3] була розроблена класифікація ємнісних перетворювачів, яка наведена на рисунку 2.

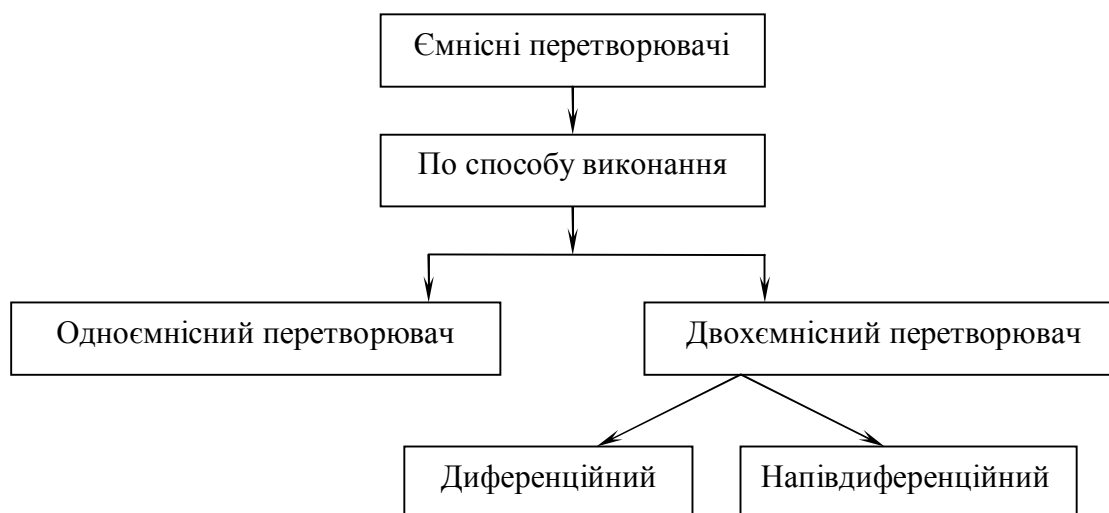


Рисунок 2 – Класифікація ємнісних вимірювальних перетворювачів [4].

Одноємнісний перетворювач – це конструктивно простий конденсатор зі змінною ємністю. До недоліків таких перетворювачів належить значний вплив зовнішніх факторів, а саме вологість та температура. Для компенсації похибок застосовують диференційні конструкції перетворювачів, які мають три екранованих з'єднувальних проводів між перетворювачем та вимірювальним пристроєм для компенсації паразитних ємностей.

Перевага таких перетворювачів – це підвищена точність, стабільність та розширена область застосування. Розглянемо застосування ємнісного перетворювача для вимірювання рівня рідин.

Виходячи з функціональних зв'язків вхідною величиною є рівень речовини, а вихідною величиною – ємність. Перевагами ємнісного первинного перетворювача мінімальна зворотна дія перетворювача в часі, мінімальна зворотна дія перетворювача на об'єкт, що досліджується, мала інерційність. Так як зміна рівня рідини, як вхідної величини, призводить до зміни пасивного параметра первинного перетворювача – ємності, тому ємнісний перетворювач належить до параметричних первинних вимірювальних перетворювачів.

В залежності від рівня рідини, що вимірюється, ємнісний перетворювач можна представити, як два паралельно з'єднаних умовних конденсатора C_0 та C_x , загальна ємність яких підсумовуються [2]. Конденсатор з ємністю C_0 характеризує ділянку ємнісного перетворювача, що заповнена повітряним середовищем, у якого діелектрична проникність дорівнює 1 [3]. Конденсатор з ємністю C_x характеризує ділянку ємнісного перетворювача, що заповнена рідиною, рівень якої вимірюється.

Ємність конденсатора змінюється в залежності від підвищення або зниження рівня рідини, так як зміна рівня призводить до зміни середньої діелектричної проникності середовища між електродами конденсатора.

Загальна ємність перетворювача дорівнює:

$$C_{\text{перетворювача}} = C_0 + C_x; \quad (2)$$

$$C_x = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot b}{d} \cdot x; \quad (3)$$

$$C_0 = \frac{\varepsilon_0 \cdot b}{d} \cdot (H - x); \quad (4)$$

$$C_{\text{перетворювача}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot b}{d} \cdot x + \frac{\varepsilon_0 \cdot b}{d} \cdot (H - x); \quad (5)$$

де ε_0 - діелектрична стала, Ф/м;
 ε - відносна діелектрична проникність середовища;
 d - відстань між електродами, м;
 x - рівень рідини, що вимірюється, м;
 H - загальна висота електродів, м;
 b - ширина електродів, м;

Після проміжних перетворень отримуємо, що функція перетворення ємнісного перетворювача визначається за аналітичним виразом

$$C_{\text{перетворювача}} = \frac{\varepsilon_0 \cdot S}{d} + \frac{\varepsilon_0 \cdot (\varepsilon - 1) \cdot b}{d} \cdot x. \quad (6)$$

Висновок. Аналіз аналітичного виразу (6) дозволяє зробити висновок, що вихідний параметр ємнісного первинного перетворювача – ємність, функціонально зв'язана з неелектричною величиною – рівнем рідини та залежить від середовища між електродами.

Аналіз літературного джерела [3] показав, що ємність конденсатора перетворювача знаходиться в діапазоні пікофарад, що зумовлює необхідність застосування джерела напруги високої частоти.

Для вимірювання вихідного параметра ємнісних перетворювачів рівня рідини застосовують мостові вимірювальні кола та кола з використанням резонансних контурів. Останні дозволяють створювати прилади з високою чутливістю, які здатні реагувати на зміну рівня до 10-7міліметрів. Вимірювальні кола з ємнісним перетворювачами живляться струмом підвищеної частоти з метою збільшення сигналу, який поступає на вимірювальний прилад [4]. Слід відзначити, що ємнісні прилади для вимірювання рівня рідин можна застосовувати як для сигналізації граничних величин рівня, так й для безперервного вимірювання рівня рідини.

Список літературних джерел

1. Электрические измерения электрических и неэлектрических величин / Под ред Е.С. Полищука. – К.: Вища школа, 1987. - 352с.
2. Измерения электрических и неэлектрических величин / Под общ. Ред. Н.Н. Евтихийев. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 352 с.
3. Измерение в промышленности: Справочник / Под ред. П.Профоса: Пер. с нем.- М.: Металлургия, 1980. - 648 с.
4. Основы метрологии и электрические измерения / Под ред. Е.М. Душина. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинг. Отд-ние, 1987. - 480 с.

УДК 631.147

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Сафонов О.В., 2 курс;
Сафонова Ю.В., 2 курс;
Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено приклад використання інформаційних технологій при експлуатації БГУ в умовах сільськогосподарського підприємства.

184

Постановка проблеми. Біогазова установка (БГУ) містить обладнання, яке забезпечує підготовку, транспортування, зброджування гною, відведення, збір і утилізацію біогазу. Але ж технологічний процес постійно вимагає використання інформації про проходження цього технологічного процесу, тому при автоматизації БГУ виникає вже потреба у використанні можливостей інформаційних технологій, тобто використання комп'ютерної техніки процесом керування БГУ.

Аналіз останніх досліджень. Один зі способів утилізації відходів сільськогосподарського виробництва - екологічно чисте анаеробне зброджування в біогазово-біогумусних установках (БГУ) з метою одержання відповідно біогазу й біодобрив [1].

У більшості відомих (традиційних) експлуатованих системах контролю й регулювання обмін даними між датчиками і виконавчими керуючим пристроями, відбувається з недостатньою швидкістю й інформативним змістом. Традиційно для передачі інформації використався аналоговий вихідний сигнал постійного струму. Однак, на сучасному етапі цього вже недостатньо, потрібна передача більшої кількості даних, що відповідає новим розширеним функціональним можливостям приладів, що може бути забезпечене тільки цифровими технологіями.

Формулювання цілей статті. Розробка функціональної схеми автоматизації процесу отримання біогазу на біогазовій установці на основі інформаційних технологій.

Основна частина. Для автоматизації процесу отримання біогазу виділимо деякі етапи технологічного процесу одержання біогазу й розглянемо один з варіантів їх автоматизації за допомогою інформаційних технологій:

Режим "Завантаження". При роботі установки по програмі "завантаження" [2], у програму із клавіатури 30 (рис. 1) вводять параметри, такі, як сам вид сировини, необхідні співвідношення сухої маси в загальній масі. Установка по цій програмі працює в напівавтоматичному режимі: з ємності збору й гомогенізації рідкої сировини 11 за допомогою насосної станції 12, воно надходить у ферментатор 1, одночасно із цим, шнековий завантажник твердої сировини 8 вводить здрібнену біомасу у ферментатор 1.

Залежно від режиму роботи (повне завантаження або порційне), 1 етап може, у міру вироблення (ферментації) біомаси включатися між іншими етапами.

Режим "Ферментація". При роботі установки по програмі "ферментація", у програму із клавіатури 30 вводять оптимальні дані по температурі, частоті перемішування й рН середі. Далі вона працює в автоматичному режимі. Робоча середа в біореакторі 1 перемішується при заданих значеннях частоти обертання мішалок 19. Необхідні умови по температурі, тиску, рН і вологості встановлюються й відповідно контролюються датчиками 3, 4, 5 і 29 та керуючим пристроєм 10.

Сировина, що поступає в метантанк підігрівається парогенератором 2 до встановленої, згідно з технічною вимогою, температури, вимірювана датчиком температури 3 і підтримується регулятором температури 20, регулярно перемішується мішалками 19. Встановлені рН-електроди, на стінках теплообмінних сорочок 6 ферментатора 1, знімають дані кислотності або лужності біомаси, а регулятор рН 21 через логічний пристрій порівняння, у випадку

кислотного середовища, включає насосну станцію 12, а у випадку лужного середовища - подачу агента, що титрує, 23. Усі дані, по шини керування 31-40, надходять у керуючий пристрій 10, яке в режимі реального часу контролює технологічний процес.

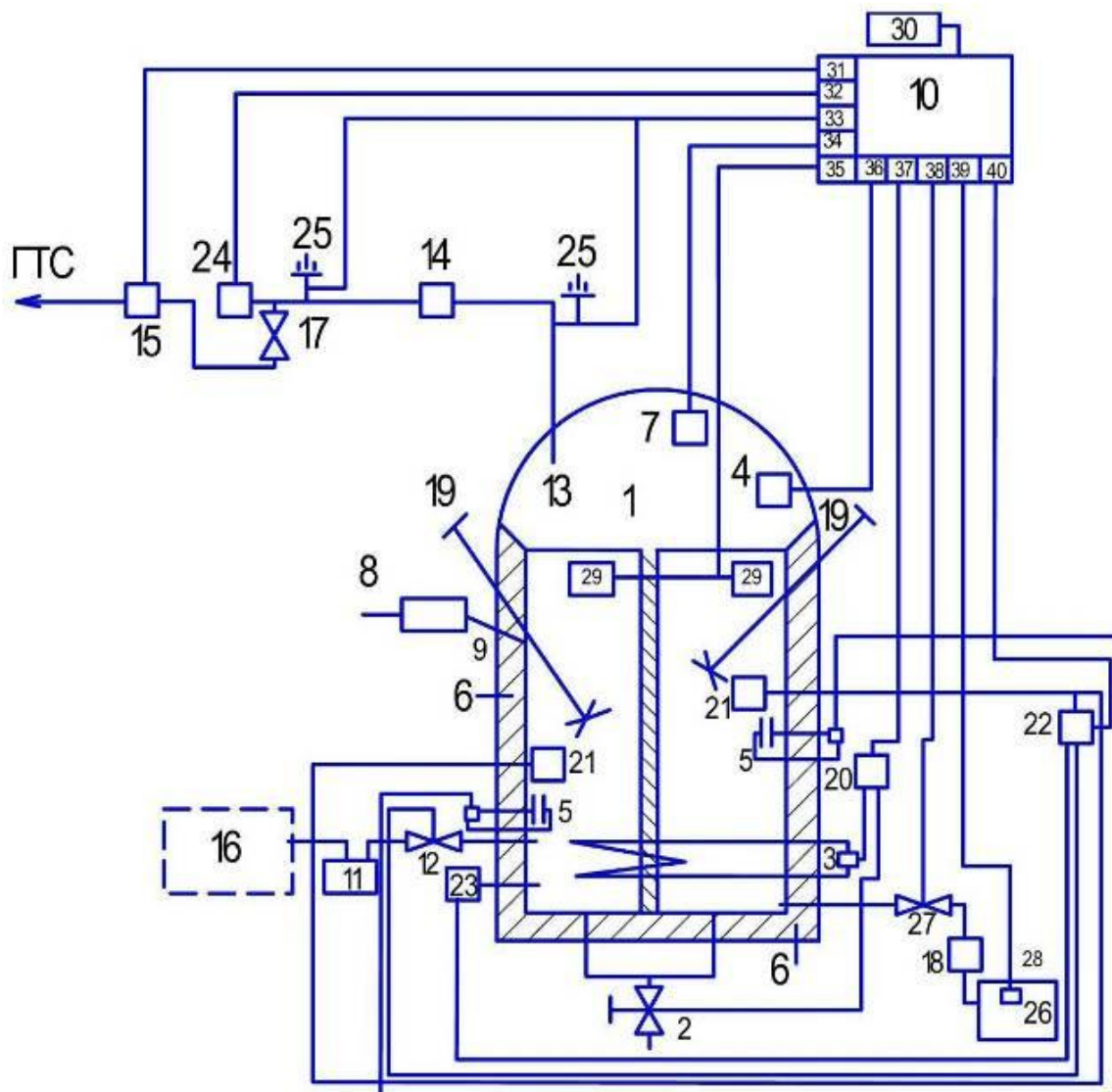


Рисунок 1 - Функціональна схема автоматизації технологічного процесу в БГУ: 1 - ферментатор (біореактор); 2 - парогенератор подачі питної води; 3- датчик температури; 4 - датчик тиску; 5 - рН - електроди; 6 - теплообмінна сорочка; 7 - датчик виходу біогазу (датчик тиску газу); 8 - шнековий завантажник твердої (здрібненої) сировини; 9 - трубопровід; 10 - пристрій керування; 11 - ємність збору й гомогенізації рідкої сировини; 12 - насосна станція; 13 - трубопровід виходу біогазу; 14 - конденсатовідвідник; 15 - аварійний клапан скидання біогазу; 16 - ферма; 17 - насосна станція; 18 - трубопровід вивантаження; 19 - мішалки; 20 - регулятор температури; 21 - регулятор рН; 22 - логічний пристрій порівняння; 23 - подача агента, що титрує; 24 - газгольдер; 25 - смолоскипова станція; 26 - накопичувач добрив; 27 - фільтр с насосною станцією; 28 - датчик рівня; 29 - датчик вологості; 30 - клавіатура; 31 - 40 - шини керування.

Режим "Вихід газу". При роботі установки по програмі "вихід газу", у програму із клавіатури 30 вводять оптимальні дані за обсягом газгольдеру 24, складу минаючого газу й дані з газотранспортної системи (ГТС). Далі вона працює в автоматичному режимі. Коли концентрація газу, що виділяється досягне значення, що встановилося, спрацьовує датчик виходу біогазу 7, дані з якого надходять на керуючий пристрій 10, відкривається трубопровід біогазу 13 і за допомогою насосів по ньому через відвідник конденсату 14 газ надходить у газгольдер 24, після наповнення останнього прямо в ГТС. У випадку підвищення тиску й

аварійних ситуацій, автоматично включається смолоскипова станція 25 і відкривається аварійний клапан скидання біогазу 15.

Режим "Вивантаження відпрацьованого сировини (біодобрив)". Коли на моніторі відображається зменшення обсягу виходу біогазу, із клавіатури 30 вводять дані по вивантаженню сировини, відкривається клапан вивантаження сировини з фільтром і насосною станцією 27, які по трубопроводу 18 надходить у накопичувач добрив 26, контрольований керуючим пристроєм 10 датчика рівня 28. Після вивантаження етапи повторюються знову, починаючи з 1.

Висновки. В умовах широкого застосування мікропроцесорних технологій особливо важливим стає можливість зв'язку встаткування з персональним комп'ютером для збору, збереження й обробки даних про хід технологічного процесу, а також для дистанційного керування й налаштування вимірювальних приладів.

Список використаних джерел.

1. Шаруев Н.К., Евстафьев Д.П. Оптимизация подготовки и процесса анаэробного сбраживания биоотходов путём контроля рН субстрата. — Материалы Международной научно-практической конференции, Вавиловские чтения, 2009. Саратов. - С. 215-217.
2. Патент Р.Ф. RU 2 031 935 С1. Установка для проведения и исследования микробиологических процессов. Авторы: Радикульцев Ю.В., Кудряшов В.К., Смолин Б.И., Орлов Д.В.
3. Союз немецких производителей (LTV). Описание технологического процесса. Экономическое обоснование БГУ. [Електроний ресурс]. – Режим доступу . <http://ltvukraine.com.ua/biogazovye-ustanovki/ekonomicheskoe-obosnovanie-bgu.html>
4. Кирюшатов А.И. Использование нетрадиционных возобновляющих источников энергии в сельскохозяйственном производстве / А.И. Кирюшатов . – М.: Агропромиздат, 1991. - 96 с.
5. Б. Эдер, Х. Шульц. Биогазовые установки. Практическое пособие. [Електроний ресурс]. – Режим доступу . <http://www.zorg-biogas.com>

УДК 631.365

ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБІВ ОСУШКИ ПОВІТРЯ В АПК

Кривошей В.Е., 3 курс;
 Кашкар'єв А.О., інженер;
 Петров В.О., к.т.н.;
 Сабо А.Г., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуті способи осушки повітря та можливі перспективи використання такого обладнання у технологічних процесах АПК.

187

Постановка проблеми. Відповідність приміщення його функціональному призначенню багато в чому залежить від мікроклімату в цьому приміщенні. Основними факторами, що впливають на клімат всередині приміщення є забруднення повітря, сторонні запахи, температура повітря і його вологість [3].

Під вологістю розуміється кількість водяної пари, що міститься в повітрі. Здатність насичення повітря водяною парою збільшується у міру підвищення температури повітря аж до верхньої граничної величини, яка називається точкою насичення або точкою роси. При цій температурі з охолоджуваного повітря починає випадати волога у вигляді крапель конденсату [3].

Найбільш відомий спосіб зменшення вологості в приміщенні заснований не на осушенні, як такому, тобто, видаленні вологи з присутнього повітря, а на фізичній здатності гарячого повітря утримувати велику кількість водяної пари у порівнянні з холодним [2, 3]. Тому традиційна сушка передбачає нагрівання, а потім вентиляцію повітря. Однак, на даний момент, даний спосіб осушення є неефективним.

Тому існують найбільш сучасні способи осушення повітря: асиміляція, адсорбція, конденсація, осушення охолодженням, додаткове стиснення, сорбційне осушення та інші.

Аналіз останніх досліджень. Існують такі способи осушення повітря: асиміляція, адсорбція, конденсація, охолодження та додаткове стиснення [2]. Задачі осушування повітря мають місце при підтриманні параметрів мікроклімату у приміщеннях. Таким чином, надмірна волога є однією з головних причин пошкодження і руйнування будівель, особливо в умовах нашого клімату. Вологі стіни під дією низьких температур замерзають, в результаті бетон і цегляна кладка розтріскуються, а це призводить до передчасного виходу будівель і споруд з ладу. Не настільки катастрофічні, але, тим не менш, значні наслідки надмірної вологості при зберіганні різного роду матеріалів і виробів.

Але у сільському господарстві перелік технологічних процесів, які потребують осушування достатньо широкий (сушка, мікроклімат, зберігання), а технічні рішення для упровадження у технологічні процеси у публікаціях не зустрічаються.

За допомогою ефективних методів осушення здійснюється [1, 4]:

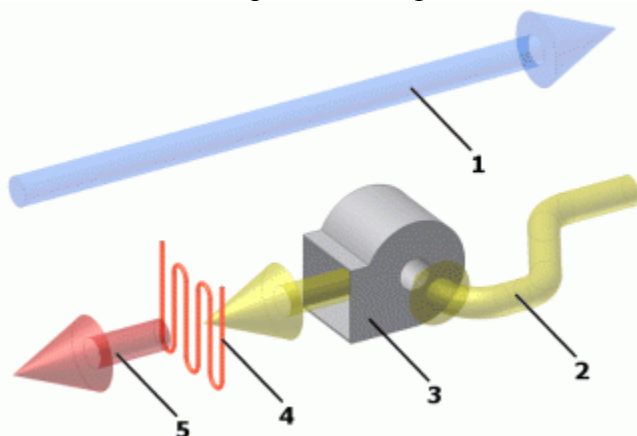
- підтримання міцності несучих конструкцій різного роду об'єктів, включаючи плавальні басейни, льодові арили, гідротехнічні споруди;
- захищають від запотівання вікна і скляні стелі в адміністративних і житлових будинках;
- підвищують якість оздоблювальних робіт при ремонті квартир за рахунок просушування без температурних деформацій використаних покриттів стін, підлоги і стелі;
- ліквідують наслідки повеней, просушувати нові будівельні об'єкти;
- видаляють вологу з поверхні музичних інструментів, лінз фото-і кінокамер, килимових покриттів, всередині книжкових шаф і комор в дощовий період;
- збільшують тривалість зберігання гігроскопічних матеріалів: ліків, пральних порошоків, будівельних матеріалів та інших сипучих продуктів;
- підтримують низький рівень вологості при виробництві харчових продуктів та деревини, гумових виробів і пластмас, при виробленні хутряних шкур;

- зберігають товарний вигляд одягу та упаковки;
- знижують зростання бактерій і т.д.

Мета статті. Огляд методів сушки повітря та пропозиції щодо використання даної технології у задачах виробництва та переробки продукції сільського господарства.

Основний матеріал досліджень. Розглянемо більш детально принципи дії пристроїв осушки повітря.

Асиміляція (рис. 1) [2]. Метод заснований на фізичній здатності теплого повітря утримувати більшу кількість водяної пари в порівнянні з холодним. Він реалізується засобами вентиляції з попереднім підігрівом свіжого повітря.



- 1 - витяжне повітря, що виходить назовні;
- 2 - припливне повітря, засмоктуване зовні;
- 3 - вентилятор;
- 4 - нагрівач (водяний, газовий, електричний);
- 5 - нагріте повітря за системою воздуховодів.

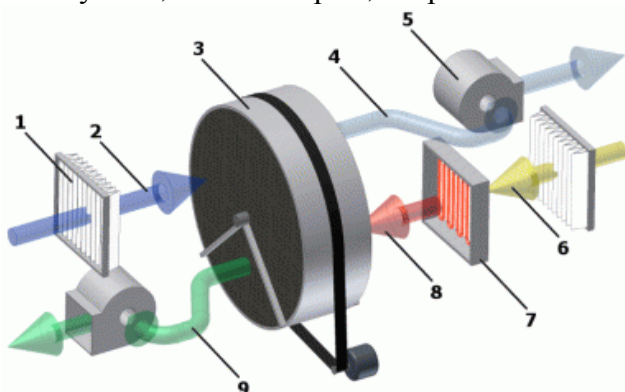
Рисунок 1 – Осушення шляхом вентиляції з підігрівом зовнішнього повітря.

Даний метод в ряді випадків (басейни, погреби, складські приміщення, гальванічні цехи тощо) є недостатньо ефективним в силу двох причин [3]:

1. Здатність поглинання повітрям водяних парів обмежена і непостійна, будучи залежна від пори року, температури і абсолютної вологості атмосферного повітря. Саме тому найкращих результатів можна домогтися взимку, гірше - навесні або восени, а найгірших або взагалі нульових - влітку.

2. Розглянутий метод характеризується підвищеним енергоспоживанням у зв'язку з наявністю безповоротних втрат явного (витрачається на підігрів припливного повітря) і прихованого тепла (міститься в видаляються з повітрям парах води). При цьому прихована частина тепла (ентальпії), що визначається теплотою випаровування води, становить значну частку загальних втрат. З кожним кілограмом вологи витрачається 580 ккал (2,4 мДж).

Абсорбція (рис. 2) [2]. Метод заснований на витяганні вологи з повітря за рахунок вбирання її гігроскопічними матеріалами. Для осушення цим методом застосовуються адсорбційні осушувачі, головним елементом яких є оборотний барабан (ротор) разом з приводним вузлом, вентилятором, нагрівальним елементом і фільтром.



- 1 - фільтр;
- 2 - вологе повітря;
- 3 - ротор (барабан);
- 4 - осушене повітря;
- 5 - вентилятор;
- 6 - регенеруюче повітря після фільтрації;
- 7 - нагрівач (калорифер);
- 8 - нагріте регенеруюче повітря;
- 9 - вологе регенеруюче повітря.

Рисунок 2 – Абсорбційне осушення.

В абсорбційному осушувачі пари води хімічно поглинаються агентом, який в процесі осушування розчиняється. Агентом є сіль на основі NaCl. В ході процесу відбувається витрата агента: 1 кг солі поглинає приблизно 13 кг водяного конденсату. Це означає, що сіль пот-

рібно регулярно поповнювати. Найнижчою точкою роси, яку можна досягти таким способом, є -15°C

В адсорбційному осушувачі молекули газу або пари притягуються молекулярними силами адсорбенту. Осушувальним агентом є спеціальний гель (наприклад, селикогелем), який адсорбує вологу. Після кожного робочого циклу потрібне відновлення властивостей агента, для цього використовуються два контейнери - один для осушування, інший для регенерації. Відновлення може бути холодним або гарячим. Осушувачі з холодним відновленням коштують дешевше, але більш дорогі в експлуатації.

Мембранний осушувач складається з пучка порожніх волокон, які відкриті для водяної пари. Осушуване повітря обтікає ці волокна. Осушення відбувається за рахунок різниці тиску між вологим повітрям всередині волокон і сухого повітря, що протікає у зворотному напрямку.

Конденсація (рис. 3) [2]. За цим принципом реалізовані випарні або фреонові осушувачі. Метод заснований на принципі конденсації водяної пари, що містяться в повітрі, при охолодженні його нижче точки роси. Метод реалізується з використанням принципу теплового удару, створюваного при роботі холодильного контуру, з розташованими безпосередньо один за одним випарником і конденсатором.

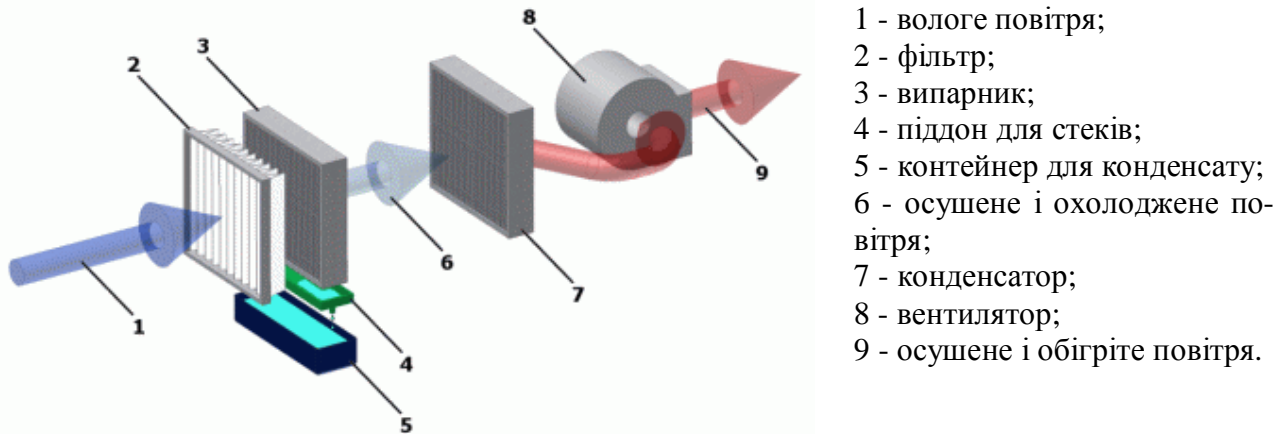


Рисунок 3 – Конденсаторне осушення.

Осушення охолодженням [2]. Це найбільш широко застосовуваний у промисловості і найбільш економічний тип осушувача. Вартість такого осушувача в діапазоні продуктивностей від 3 до 20 м³/хв становить приблизно 15-20% від вартості компресорного устаткування. Стисле повітря охолоджується холодоагентом, а випав конденсат відводиться. Повітря зазвичай охолоджується протилежним потоком хладагенту в два етапи: попередній - повітря - повітря; головний - повітря - холодоагент. При цьому досягається точка роси $+3^{\circ}\text{C}$.

Додаткове стиснення. Інший метод осушки полягає в додатковому стисненні повітря. У цьому випадку повітря стискається до набагато більшого тиску, ніж необхідно для роботи. Потім повітря розширюється до робочого тиску. За допомогою даної методики можливо досягти точки роси -60°C . Однак цей процес дуже дорогий. Якщо навколишня температура або область застосування вимагає низьких значень точки роси від 0° до -70°C , слід застосувати сорбційні або мембранні осушувачі. В цьому випадку вартість осушки в загальному процесі підготовки повітря знижується на 50%.

В результаті аналізу способів сушки повітря та пристроїв їх реалізації, а також технологічних процесів у сільському господарстві з виробництва та переробки продукції сільського господарства нам виділений головні переваги даного напрямку – сушіння при низьких температурах (сушіння зернових, лікарняних трав, макаронних виробів та виготовлення ковбасних виробів) та виділення вологи з не вентиляованих приміщень (з метою економії енергоресурсів зменшується приток свіжого повітря у зимовий період у тваринницьких приміщеннях та складах зберігання продукції).

Нами прийнято рішення приділити увагу регулюванню та контролю вологості у спорудах захищеного ґрунту, що обумовлено актуальністю задачі з огляду на енергозбереження та проектування системи керування.

На сьогоднішній момент відомо тільки 3 способу управління відносною вологістю повітря в теплиці [3]. Перший і основний це заміна повітря всередині теплиці на інший із зовні. Другий випарувати необхідну кількість повітря з вологої поверхні в повітря теплиці. Третій конденсувати зайву кількість повітря на поверхні з температурою нижче точки роси в повітрі з певною температурою.

Що стосується вентиляції, то згідно розрахунків якщо запустити в теплицю повітря з температурою 18°C і вологістю 90% і нагріти в теплиці його до 22С відносна вологість впаде до 70%. Але робити це взимку на овочах собі дорожче. Наскільки відомо дозволена вентиляція на огірку при температурі зовнішнього повітря не нижче 5С. Щоб знизити вологість при постійній температурі в теплиці і різниці температур в 20С необхідна заміна 40% повітря без урахування випаровування вологи всередині теплиці. Для цього необхідно в антрацитівській теплиці 2-3% відкриття фрамуг. Без заміни частини повітря в теплиці на більш холодне або більше сухе знизити вологість не вийде.

При закритій вентиляції знизити вологість можна тільки сконденсувати зайву частину вологи на покритті покрівлі теплиці. Але обов'язкова умова - температура покриття покрівлі нижче точки роси, достатній відвід тепла виділяється при конденсації вологи на покритті, який досить великий. Однак сконденсовану вологу необхідно відвести за межі теплиці для виключення її повторного випаровування в обсяг теплиці, в іншому випадку серйозно знизити вологість не вийде.

Про випаровуванні говорити особливо нічого. Це або механічний розпил з зниженням температури за рахунок відбирання тепла для випаровування рідини, прокачування повітря через зволожуючу повітропроникну перегородку і нарешті банальне випаровування розливої рідини з підлоги теплиці.

При перемиканні системи опалення в режим основне - верх, мінімум - низ конденсація зайвої вологи на склі покрівлі практично не можлива у великих обсягах через не допущення вологого повітря нижнього ярусу до матеріалу покрівлі, крім того, практично зупиняється сильна циркуляція повітря в об'ємі теплиці, що при наявності вільної вологи в теплиці підвищує вологість в нижньому рівні.

Висновок. Використання сучасних пристроїв осушки повітря дозволяє упровадити нові технології сушіння та переробки продукції сільського господарства. У задачах підтримання параметрів мікроклімат можливість осушування повітря забезпечить керованість параметрів, що підвищить точність дотримання заданих уставок та знизить витрати на виробництво.

Список використаних джерел

1. Осушение воздуха как метод защиты зданий от разрушения [Электронный ресурс]// Кондиционеры, вентиляция, отопление. - 09 Февраля 2009: Режим доступа: <http://www.sun-ice.com.ua/news/full.php?n=1227>
2. Осушители воздуха. Климатическое оборудование [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.liders.ru/shop/climatic/osushiteli-vozduha/>
3. Сотников Л.Г. Автономні і спеціальні системи кондиціонування повітря (Теорія, обладнання, проектування, випробування, експлуатація). - С-Пб.: "АТ-Publishing", 2005. – 240 с.
4. Старцев С.А. Восстановление гидроизоляции в старых зданиях [Электронный ресурс]// С.А. Старцев, А.В. Кузнецов // «СтройПРОФИль». – 2004. - № 6-04: Режим доступа: <http://stroyprofile.com/archive/1437>

УДК 004.384

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ НЕЧІТКИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ КЕРУВАННЯ З ЧИСТИМ ЗАПІЗНЮВАННЯМ

Шляпіна О.В., 3 курс;
Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено порядок модулювання нечітких регуляторів для об'єктів з запізнюванням з використанням можливостей симулятора.

191

Постановка проблеми. Багато промислових об'єктів характеризуються істотним запізнюванням. Нагрівальні печі є типовими об'єктами керування із запізнюванням. Запізнювання, внесене об'єктом керування, значно зменшує швидкість системи й динамічну точність процесу керування. Найбільш ефективним методом боротьби із запізнюванням для об'єкта з передатною функцією $e^{-pT}W(p)$ є охват регулятора ланкою зворотного зв'язку з передатною функцією $(1 - e^{-pT})W(p)$, що має назву предиктором Сміта. Предиктор Сміта може бути включений як паралельно об'єкту керування, так і послідовно з ним. Для таких структурних схем передатна функція замкненої системи має такий вигляд

$$W_{\text{ЗАМК}}(p) = \frac{W_{\text{РЕГ}}(p)W_{\text{ОБ}}(p)}{1 + W_{\text{РЕГ}}(p)W_{\text{ОБ}}(p)} e^{-pT}$$

де $W_{\text{РЕГ}}(p)$ - передатна функція регулятора.

Таким чином, якщо синтезувати регулятор P для об'єкта без запізнювання $W_{\text{ОБ}}(p)$, то при наявності запізнювання якість перехідного процесу не змінюється, а відбувається лише зсув вихідної змінної системи на час запізнювання T .

Формулювання цілей статті. Розробка моделі об'єкта керування з запізнюванням з використанням нечіткої логіки.

Основна частина. Розглянемо застосування цифрового нечіткого регулятора для загального об'єкта керування "водогрійний казан + опалювальний будинок". У цьому випадку замкнену систему автоматичного керування "регулятор + об'єкт керування" можна представити у вигляді, наведеному на рис. 1.

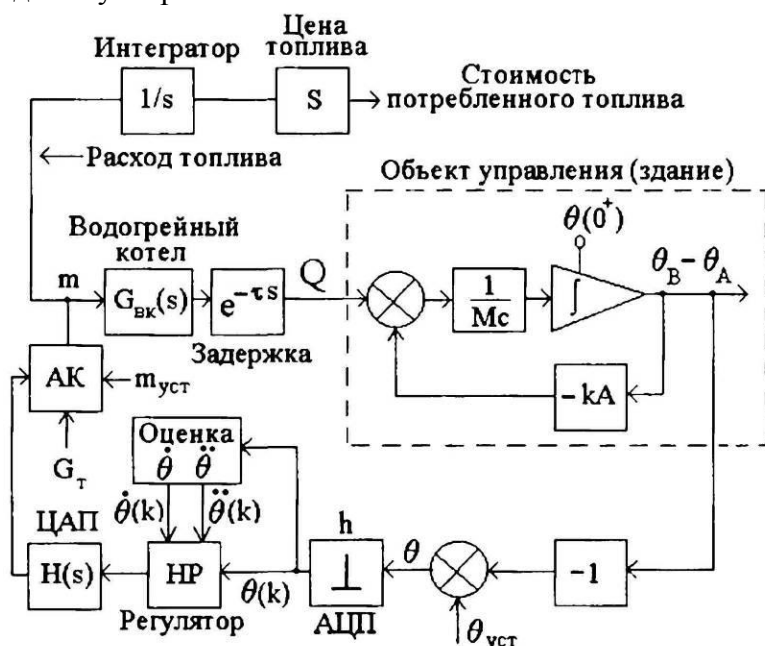


Рисунок 1 - Замкнена система автоматичного керування "регулятор + об'єкт керування".

Синтез нечіткого регулятора виконуємо для трикутних функцій приналежності із кроком квантування (із кроком вступу даних у нечіткий регулятор НР) $h = 0,01$ с. Помилка на виході АЦП $\theta(k)$, її перша різниця

$$\dot{\theta}(k) = [\theta(k) - \theta(k - 1)]/h$$

і друга

$$\ddot{\theta}(k) = [\dot{\theta}(k) - \dot{\theta}(k - 1)]/h$$

різниць подаються на вхід елемента НР. Сигнал з виходу НР надходить на ЦАП (фіксатор нульового порядку з передатною функцією $H(p) = (1 - e^{-hp})/p$) і далі на безперервну частину.

У нечіткому регуляторі настроюються діапазони зміни вхідних і вихідних змінних $[\theta_{MIN}, \theta_{MAX}]$, $[\dot{\theta}_{MIN}, \dot{\theta}_{MAX}]$, $[\ddot{\theta}_{MIN}, \ddot{\theta}_{MAX}]$, $[m_{MIN}, m_{MAX}]$.

Функції приналежності мають вигляд:

$$\mu_1(u) = 1 - u \text{ і } \mu_2(u) = u$$

де u - параметр (елемент) єдиної універсальної безлічі $U = [0, 1]$.

Для зменшення числа параметрів настроювання нечіткого регулятора діапазони зміни змінних прийняті симетричними:

$$\begin{aligned} \theta_{MIN} &= -\theta_{MAX}, \\ \dot{\theta}_{MIN} &= -\dot{\theta}_{MAX} \text{ і т.д.} \end{aligned}$$

Керуючий вплив на загальний об'єкт керування $m^*(t)$ у даній системі є ступінь відкриття автоматичного клапана АК на вході водогрійного казана. Необхідну уставку в автоматичному клапані визначимо як

$$m_{ycm}(t) = \frac{\theta_{ycm} - \theta_A(t)}{K_{ycm}} = \frac{\theta_{ycm} - \theta_A(t)}{45} \text{ (отн.ед.).}$$

Тоді при роботі системи автоматичного керування (рис. 1) ступінь відкриття автоматичного клапана визначається як

$$m(t) = m^*(t) + m_{ycm}(t)$$

Крок моделювання $h_0 = 10$ с. Крок квантування (інтервал вступу даних у нечіткий регулятор) $h = 300$ с.

Діапазони зміни вхідних і вихідних параметрів нечіткого регулятора (вибираються при проектуванні елемента НР і уточнюються шляхом математичного моделювання з метою одержання прийнятних показників якості перехідного процесу в замкненій системі):

$$[\theta_{min}, \theta_{max}] = [-1,0, 1,0], [\dot{\theta}_{min}, \dot{\theta}_{max}] = [-2,8 \cdot 10^{-3}, 2,8 \cdot 10^{-3}],$$

$$[\ddot{\theta}_{min}, \ddot{\theta}_{max}] = [-1,53 \cdot 10^{-5}, 1,53 \cdot 10^{-5}] \text{ і } [m_{min}, m_{max}] = [-0,3, 0,3].$$

Результати дослідження системи автоматичного керування (рис. 1) шляхом математичного моделювання представлені на рис. 2 і рис. 3. У всіх випадках необхідна температура внутрішнього повітря будинку $\theta_{вст}$ задавалася рівною 20 °С, амплітуда добових змін зовнішньої температури θ_1 задавалася рівною 5 °С, а середня зовнішня температура θ_0 приймалася відповідно рівною $+5$ °С, 0 °С, -5 °С. Закон добових змін зовнішньої температури приймався синусоїдальним

$$\theta_A(t) = \theta_0 + 5 \sin[2\pi t / (24 \times 3600)].$$

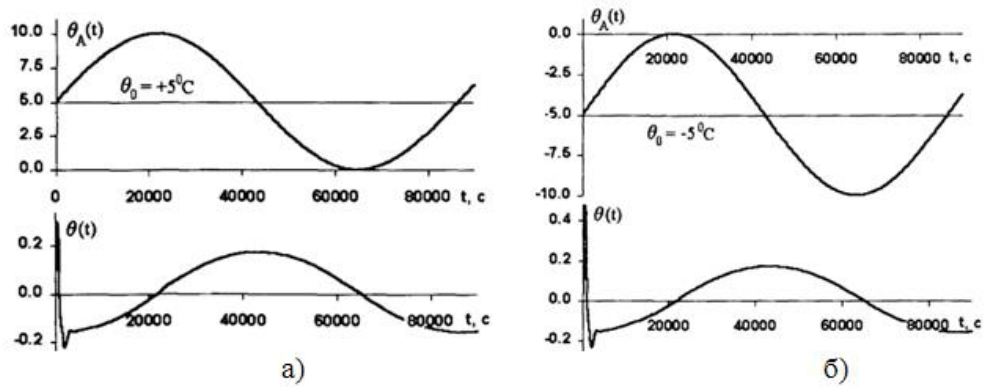


Рисунок 2 - Результати дослідження системи автоматичного керування.

Поточна помилка системи $\theta(t) = \theta_{\text{ВСТ}} - \theta_{\text{В}}(t)$ показує відмінність температури внутрішнього повітря будинку $\theta_{\text{В}}(t)$ від необхідної $\theta_{\text{ВСТ}} = 20^\circ\text{C}$. У всіх випадках поточна помилка (за винятком початкового викиду) не перевищує $0,2^\circ\text{C}$. Час спостереження становить 90000 с.

Початкова ділянка (час спостереження 3000 с) графіка помилки (рис. 3, а) наведений на рис. 3, б, де зображені також керуюче вплив $m(t)$ і зміна внутрішньої температури будинку $\theta_{\text{В}}(t)$ при $\theta_0 = -5^\circ\text{C}$.

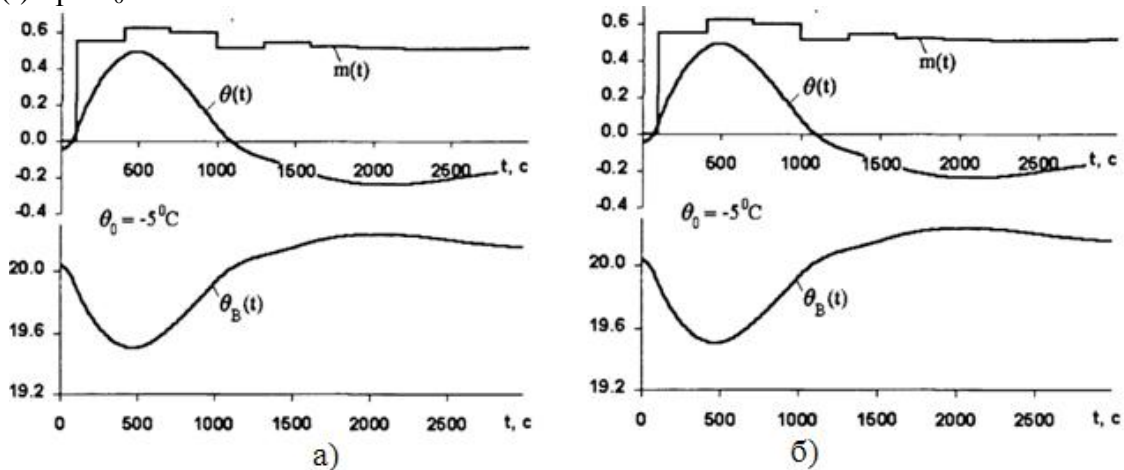


Рисунок 3 - Результати дослідження системи автоматичного керування.

Висновки.

Помилка підтримки температури релейними системами керування водогрійних казанів малої й середньої потужності на основі термостатів досягає $2...3^\circ\text{C}$ і має коливальний характер. Система керування з нечітким регулятором забезпечує на порядок меншу помилку, яка має плавний характер. Таким чином, система керування з нечітким регулятором має значно більш високу стійкість до мінливих зовнішніх умов, забезпечує кращу надійність і довговічність системи опалення й створює більш комфортні умови усередині будинку.

Список використаних джерел.

1. Макаров И.М. Линейные автоматические системы (элементы теории, методы расчета и справочный материал). – 2-е изд., перераб. и доп. / И.М. Макаров, Б.М. Менский. – М.: Машиностроение, 1982. – 504 с.
2. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления / В.И. Гостев.. – К.: Радиоаматор, 2008. – 972 с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

УДК 529.768 621.317.76

ВИРОЩУВАННЯ САДЖАНЦІВ ВІНОГРАДУ НА КРАПЕЛЬНОМУ ЗРОШЕННІ

Тищенко Т.С., 3 курс;

Вороновський І.Б., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі надані результати досліджень що до вирощування саджанців винограду на крапельному зрошенні. Показаний найефективніший результат норм поливу та кількість внесення мінеральних добрив.

Постановка проблеми. За даними [1], для забезпечення зростання площ виноградників до науково обгрунтованого мінімуму споживання необхідно щорічно закладати в 4-5 тис. га нових насаджень, на що потрібно близько 10-11 млн саджанців щорічно, в тому числі не менше 5 млн щеплених і 5-6 млн кореневласних. У Запорізькій області вирощування саджанців винограду є новим напрямком сільськогосподарського виробництва, тому наукові дослідження є доцільними і необхідними.

Формулювання цілей статті. Існуючі на півдні України технології вирощування саджанців засновані на зрошенні дощуванням. Проте в посушливих регіонах, на важких і засоленних ґрунтах, там, де більше за все необхідно зрошення, дощування малоефективне і нерациональне при використанні вод [2].

Основна частина. Крапельне зрошення - це локальний спосіб поливу з подачею води по пластмасовим трубопроводах через крапельниці безнапірному по краплях на поверхню ґрунту в зону поширення основної маси коренів кожного окремого рослини, в порівнянні з дощуванням воно забезпечує економію зрошувальної води до 10 разів при незмінно високому виході саджанців першого сорту. Швидкість подачі води крапельницями відповідає всмоктуючій здатності ґрунтів, і може варіювати в межах від 1,0 до 12,0 л/год. Зволожуюча частина становить 0,1 ... 0,8 площі живлення рослин.

Метою досліджень є розробка технології вирощування кореневласних саджанців при крапельному зрошенні в умовах Запорізької області.

У завдання дослідження входить:

1. Вивчення динаміки вологості ґрунту при різних режимах крапельного зрошення саджанців винограду та способу водозабезпечення.
2. Оцінка ефективності застосовуваних схем добрива і регуляторів росту.
3. Оцінка приживлюваності саджанців винограду.
4. Оцінка виходу стандартних саджанців 1-го сорту.
5. Економічний аналіз досліджуваних технологій вирощування саджанців.

Схема дослідю.

Фактор А - управління водним режимом ґрунту, варіанти досвіду:

1. Крапельне зрошення саджанців винограду з призначенням поливів у період вкорінення і зростання при зниженні вологості ґрунту в шарі 0,0-0,6 м до 70 ... 75% НВ.
2. Крапельне зрошення в період укорінення та зростання при зниженні вологості ґрунту в шарі 0,0-0,6 м до 85 ... 90% НВ.
3. Крапельне зрошення в період укорінення при зниженні вологості ґрунту в шарі 0,0-0,6 м до 85 ... 90% НВ, а в період росту при зниженні вологості ґрунту в тому ж шарі до 70 ... 75% НВ.
4. Крапельне зрошення в період укорінення при зниженні вологості ґрунту в шарі 0,0-0,6 м до 85 ... 90% НВ, а в період зростання до 70 ... 75% НВ + мікродощування при підвищенні температури повітря до 30 ° С і зниженні ОВВ до 40%.

Фактор В - управління харчовим режимом ґрунту. Пропонується дві схеми внесення добрив і використання регуляторів росту:

Варіант 1: Під обробку ґрунту N P K60-внесення добрива «Діамофоска». Замочка нижніх кінців живців на 12:00 в «Радіфарм» (стимулятор коренеутворення); по 2 ... 3-му листу азотно-фосфорне добриво з крапельним поливом - карбамід + ортофосфорна кислота, потім кожні 2 тижні до початку визрівання саджанців позакореневе підживлення препаратом «Мастер»18:18:18 +3; в період визрівання саджанців препарат «Мастер»3:11:38.

Варіант 2: Під обробку ґрунту N60P90K60; по 2 ... 3-му листу азотно-фосфорне добриво з крапельним поливом - карбамід + ортофосфорна кислота; в період визрівання саджанців калійне добриво сірчаноокислий калій.

Площа облікової ділянки становить 8,4 м² або 12 м за стрічковим способом посадки, при схемі саджанців 0,2 × 0,07 м і відстані між рядами 1,4 м на ділянці розміщується 300 саджанців. Дослідження проводили на сорті Аркадій. Дослідна ділянка розташована в с. Кутузівка, Токмацького району Запорізької області. Типовими для дослідної ділянки є чорноземи південні, суглинкові середньо глибокі. Вміст гумусу в орному шарі варіює в межах 1,70 ± 0,5%. Забезпеченість ґрунту мінеральним азотом - низька; рухомими формами фосфору - низька; обмінним калієм - середня. Суглинкові ґрунти мають низьку поглинальну здатність. Ґрунти незасолені, вміст солей в зоні аерації 0,12 ... 0,15%. Ґрунтові води розкриті на глибині 8,5м. У господарстві побудована і експлуатується система крапельного зрошення (СКЗ) (рис.1). СКЗ включає в себе наступні елементи: безфільтрова свердловина, рівень води в якій розташовується на позначці 42 м; насос, встановлений на глибину 8 м; фільтри; розподільники; підземний трубопровід; надземний трубопровід; крапельниці компенсованого типу, розташовані на відстані 0,3 м один від одного, блок подачі добрив в СКЗ. Витрата води в крапельницях становить 1,6 л / год. Конструкція дозволяє незалежно подавати воду до кожного ряду саджанців, що дозволяє задавати різні пороги предполивної вологості ґрунту.

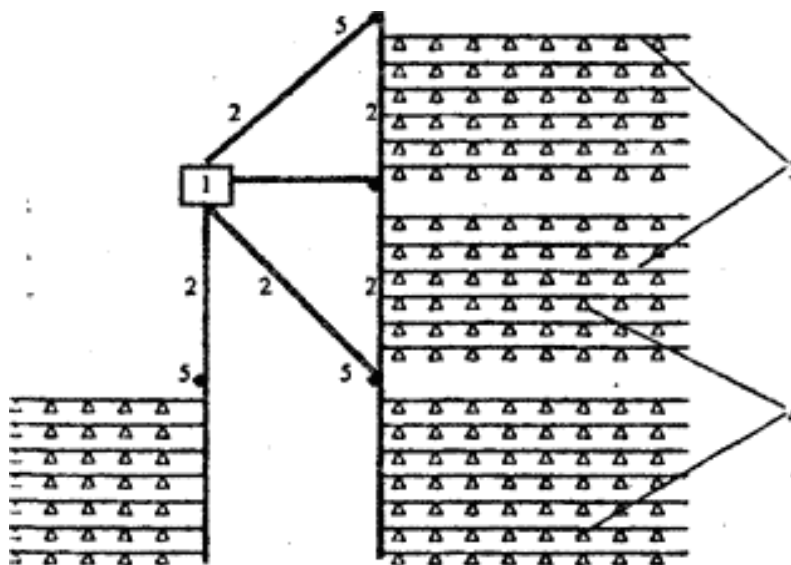


Рисунок 1 – Схема СКЗ: 1 - свердловина; 2 - підземний трубопровід, 3 - наземний трубопровід, 4 - крапельниці, 5 – розподільник. Величину поливної норми при смуговому крапельному зрошенні визначали за формулою.

Головною складовою СКЗ є задача забезпечення надійного водопостачання. Водопостачання - це сукупність необхідних заходів і споруд, що забезпечують огорожу, підготовку, подачу і розподіл води для потреб споживачів. Водопостачання сільськогосподарської ділянки можна здійснити практично з будь-якого джерела води: із ставка, річки, колодязя або свердловини.

Водопостачання із ставка. Переваги: вода відносно тепла, хороша для поливу, води багато (швидко не кінчиться), невисока вартість устаткування. Ідеально підходить для водопостачання дачної ділянки. Недоліки: вода не придатна для пиття, сітка огорожного клапана на всмоктуючій трубі може забиватися водоростями і гряззю; експлуатація в зимових умовах - складна (воду необхідно зливати).

Водопостачання з колодязя. Переваги: вода відносно чиста і, в деяких випадках, придатна для пиття; можливе використання системи в зимовий час. Недоліки: вода холодна та жорстка (для поливу не годиться); рівень води в колодязі може сильно мінятися (у засуху колодязь може пересохнути, а по весні в нього проникають талі води, роблячи воду не придатною для пиття).

Водопостачання зі свердловини (рис. 2). Переваги: система може працювати на протязі всього сезону; чистота води практично не залежить від пори року. Недоліки: вода холодна і для поливу не придатна, сама свердловина і устаткування для неї - коштує не дешево, зате, зробивши один раз, можна забути про всі проблеми з водопостачанням на довгі роки. Враховуючи використання СКЗ дозволяє підігрівати води під час її поливу, то недолік низької температури зникає, що дозволяє віддати пріоритет саме цьому способу водопостачання.

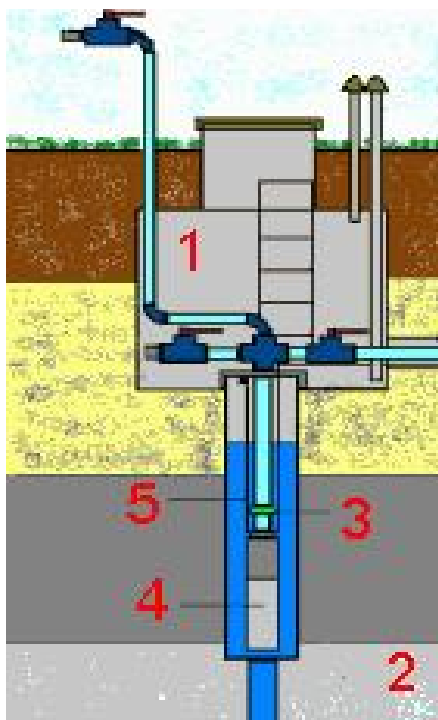


Рисунок 2 – Загальний вид свердловини: 1 – кесон; 2 – укріплення свердловини; 3 – зворотній клапан; 4 – насос; 5 – трос страхування.

Вартість облаштування свердловини (як і вартість устаткування) свердловини розраховується у кожному конкретному випадку окремо. Оскільки залежить як від вимог замовника (вітчизняне / імпордне устаткування – насос, гідробак і т.д), так і від технічних показників свердловини (рівень води в свердловині, дебіт, споживана кількість води).

Основним способом вирощування кореневласних саджанців є вкорінення живців в шкільки відкритого ґрунту. Основні трудомісткі роботи, такі як нарізка борозен, обробка ґрунту, боротьба з хворобами, викопування саджанців та інші, механізовані. Кожен сорт висаджують у шкільки окремо. Схема посадки стрічкова дворядковий, з відстанню між рядками в стрічці 0,2 м і центрами стрічок 1,4 м. Перед посадкою агрегат утворює валик висотою 0,25 м, шириною по верху 0,7 м. По центру поверхні горизонтальної частини валика нарізується жолобок, в якому укладається краплинна лінія. Валик вкривається темною поліетиленовою плівкою. З обох сторін крапельної лінії на відстані 0,1 м висаджуються живці винограду. Глибина посадки їх у середньому 0,3 м (рис. 3).

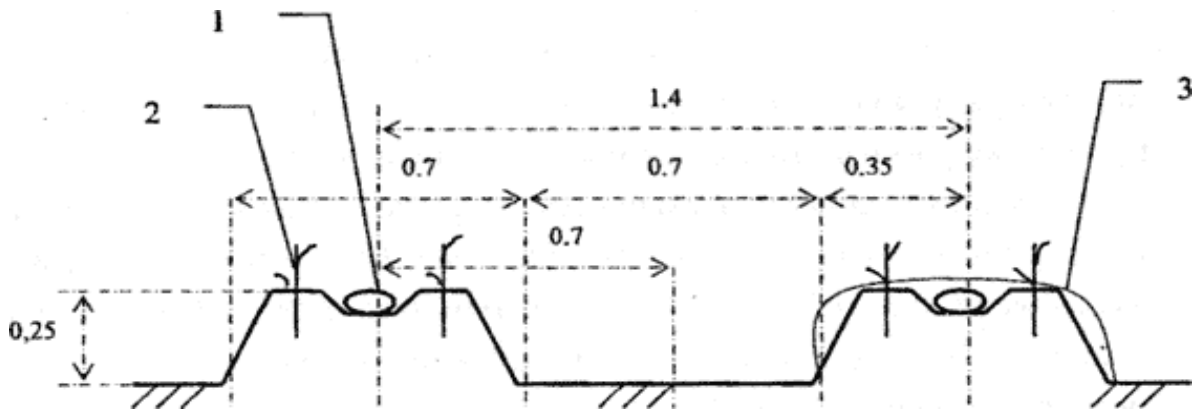


Рисунок 3 - Схема посадки саджанців винограду: 1 - краплинна лінія; 2 - саджанець винограду, 3 - темна поліетиленова плівка (розміри вказані в метрах).

Величину поливної норми при смуговому крапельному зрошенні визначали за формулою

$$Dir = 100,0 \cdot h \cdot \alpha \cdot \frac{K_k}{(2,0 - 2,0 \cdot K_k + K_k^2)^{0,5}} \cdot (\beta_v - \beta_n),$$

де Dir - поливна норма, $m^3/га$;

h - глибина вогнища зволоження, м - 0,6 м;

α - щільність ґрунту, t/m^3 ;

β_n - нижня межа середньої вологості ґрунту в обсязі контуру зволоження, % від маси абсолютно сухого ґрунту;

β_v - верхня межа середньої вологості ґрунту в обсязі контуру зволоження, % від маси абсолютно сухого ґрунту (18,3%);

K - зволожуючий ділянку, виражений в частинах від площі живлення рослин, рівний 0,5.

Висновки. За результатами проведених у 2010 році досліджень найкращим показав себе 3-й варіант зрошення в поєднанні з 1-им варіантом добрив. Фактична поливна норма склала $100 m^3 / га$, зрошувальна норма $1500 m^3/га$. Приживлюваність саджанців на цьому варіанті склала 92%, вихід саджанців першого сорту 75%.

Список використаних джерел.

1. Кравченко, Л.В. Сучасний стан та основні тенденції розвитку виноградарства і виноробства в Україні та РФ / Л.В. Кравченко // Захаровське читання «Агротехнічні та екологічні аспекти розвитку виноградо-виноробної галузі»; матеріали наук.-практ. конф., присвяченої 100-річчю Є.І. Захарової, 23-25 травня 2007 г. / ГНУ ВНДІВіВ ім. Я.І. Потапенко. - Новочеркаськ: Видавництво ДНУ ВНДІВіВ ім. Я.І. Потапенко, 2007. - 442 с.

2. Ясоніді.О.Е. Водозбереження при зрошенні / О.Е.Ясоніді / Новочеркаська державна меліоративна академія. - Новочеркаськ: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НП), 2004. - 473 с.

УДК 621-519:621.395

ДИСТАНЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ С ПОМОЩЬЮ GSM МОДУЛЕЙ SIMCOM

Галилеева Т.А.,
Типенко А.Ю., 3 курс;
Курашкин С.Ф., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Работа посвящена разработке системы дистанционного диагностирования режимов работы удаленных электрифицированных объектов.

198

Постановка проблемы. Одной из особенностей сельскохозяйственного производства является разбросанность электрифицированных объектов на широкой площади (необслуживаемые станции управления погружными насосами, трансформаторные подстанции, удаленное технологическое оборудование).

Для удаленного управления в режиме реального времени возможно применение существующей сети мобильной GSM связи, которой охвачено большинство территории Украины. При этом не требуется использования мощных передатчиков, разрешения органов УГЦР.

Удаленное управление предполагает следующие функции: диагностирование режимов работы электросилового оборудования, опрос текущего состояния измерительных преобразователей системы автоматического управления, сигнализация срабатывания аппаратов защиты силового электрооборудования, охранные функции.

Удаленное диагностирование состояния электрифицированных объектов, например, электродвигателей погружных насосов, позволит своевременно узнать о возникшей аварийной ситуации, что, в свою очередь сократит восстановительные работы и обеспечит непрерывность технологического процесса. В случае если причины, повлекшие отключение электрооборудования не нарушили его работоспособность, использование сети мобильной GSM связи позволит дистанционно включить оборудование.

Анализ последних достижений. В сельскохозяйственном производстве дистанционное диагностирование режимов работы и управления применяется нечасто в отличие от промышленного производства.

Для повышения эксплуатационной надежности погружных электродвигателей в настоящее время применяются станции управления ШЭП, ШЭТ, «Каскад», «Родник», «Роса» и прочие [1]. Отключение электродвигателей от сети питания может происходить по любой причине – исчезновение напряжения питания с высокой стороны, перегрузки электродвигателя из-за отклонения напряжения питания или несимметричного режима работы – что наблюдается достаточно часто в сельских электросетях, неполадки механической системы электронасосного агрегата и др.

Во многих случаях срабатывания аппаратов защиты спустя некоторое время пуск электродвигателя насосного агрегата целиком возможен после исчезновения причины, которая привела к его отключению.

Формулировка цели статьи. Таким образом, целью статьи является разработка устройства, способного диагностировать причину отключения электродвигателя и обеспечить дистанционное включение электродвигателя на удаленном объекте управления с помощью GSM модуля SIMCOM.

Основная часть. Устройство диагностирования, структурная схема которого приводится на рис. 1 позволяет контролировать симметричную перегрузку по среднеквадратичному значению силы электрического тока, потребляемого электродвигателем, неполнофазный режим работы в случае отсутствия тока одной из фаз, наличие напряжения питания, а также температура окружающей среды.

3PEN ~50 Гц 220/380 В

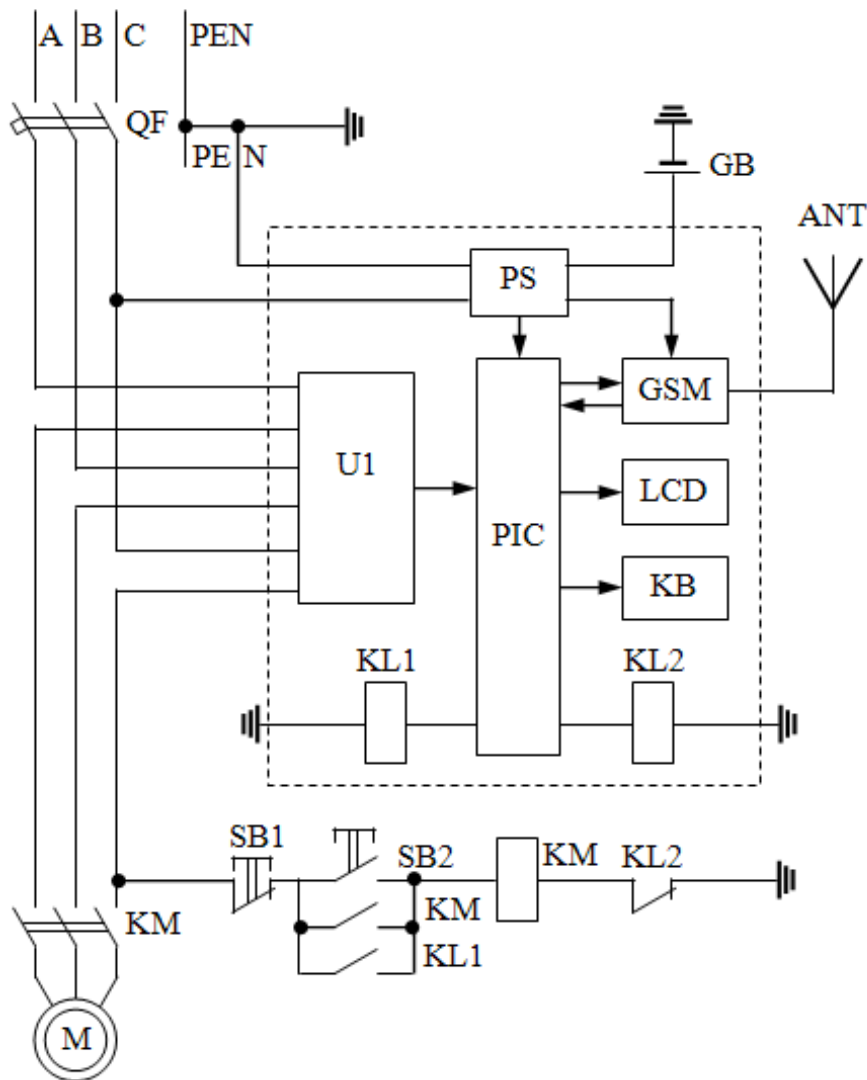


Рисунок 1 – Структурная схема устройства диагностирования:

QF – автоматический выключатель; М – электродвигатель; КМ – магнитный пускатель; SB1, SB2 – кнопки управления; KL1, KL2 – исполнительное реле; U1 – преобразователь фазных токов; PS – модуль питания; GB – аккумулятор; PIC – микроконтроллер; GSM – модуль связи SIMCOM; LCD – монитор; KB – клавиатура; ANT – антенна.

Преобразователь фазных токов U1 выполнен на датчиках тока, действие которых основано на эффекте Холла (ACS754 от Allegro Microsystems), которые в данном случае имеют ряд преимуществ по сравнению с трансформаторными датчиками:

малые потери энергии и, как следствие, малое выделение тепла, уменьшенные габариты и возможность контролировать большие токи;

работа в расширенном температурном диапазоне $-40...+150\text{ }^{\circ}\text{C}$;

высокая линейность выходного напряжения (98%);

встроенная гальваническая развязка.

Питание устройства дистанционного диагностирования осуществляется как от сети, так и от встроенного элемента питания (аккумулятора). Эта задача возложена на комбинированный модуль питания PS.

Управление электродвигателем осуществляется посредством GSM-модулей компании SIMCOM серии SIM900 (B, D).

Модули SIM900 имеют следующие характеристики:

- диапазон частот 850/900/1800/1900 МГц;
- излучаемая мощность – до 2 Вт;
- управление AT-командами через мобильный телефон;

- наличие функции передачи цифровых и аудиоданных посредством сети GSM, а также internet с помощью TCP/IP протокола;
- наличие встроенного таймера реального времени;
- рабочая температура от -30 оС до +80 °С;
- компактное SMD исполнение, небольшая стоимость (25\$).

Для обеспечения уверенной связи с диспетчерской службой используется выносная антенна ANT диапазона 900/1800/1900 МГц.

При отключении электродвигателя вследствие причин, рассмотренных выше, микроконтроллер PIC подаст команду и код неисправности на GSM-модуль, инициируя передачу информации оператору. На основании полученной информации оператор принимает решение о дальнейших действиях.

На микроконтроллер возложена функция диагностирования режима работы электродвигателя, управление работой GSM-модуля, управление работой электродвигателя в соответствии с программой.

Мониторинг работы удаленных объектов возможно осуществлять с помощью WEB-интерфейса, поскольку поступающая информация через оператора мобильной связи может передаваться непосредственно в базу данных, находящуюся на внешнем сервере сети internet.

Выводы. Предлагаемое устройство дистанционного диагностирования удаленных электрифицированных объектов позволяет диагностировать изменение входного параметра с помощью измерительного преобразователя, на выходе которого присутствует пропорциональное изменение напряжения. Дистанционное диагностирование и управление работой электрооборудования позволит значительно сократить ресурсы на обслуживание удаленных электрифицированных объектов сельскохозяйственного назначения.

Список использованных источников.

1. Станции управления насосными агрегатами: [каталог]. – [Николаев: ДК-Электро, 2005]. – 28 с.
2. SIM900 AT Commands Set. – Shanghai: SIMCOM Limited, 2010. – 201 p.

УДК 631.362.7

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ НОРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ З МОДЕЛЮВАННЯМ НА КОМП'ЮТЕРІ

Блищик А.С., 5 курс;

Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка.
Досліджені електромеханічні властивості асинхронних двигунів які є відповідальними в технологічному процесі по переробці зернових культур. Приділена велика увага комп'ютерному моделюванню в пакеті Simulink системи електричний двигун - робоча машина.

201

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

Асинхронний двигун отримав найбільшого розповсюдження в сільськогосподарському технологічному процесі по переробці зернових культур Він споживає близько 70 % всієї енергії. С кожним роком до них висувують все більше жорсткі вимоги, що до ефективності та надійності [4].

Аналіз останніх досліджень. Для комплексної механізації та електрифікації різних технологічних процесів, практично в усіх галузях сільськогосподарського виробництва використовується система машин, це сукупність різних робочих машин, механізмів та апаратів, які зв'язані між собою згідно з продуктивністю, швидкістю руху і тривалістю дії, для завершеного технологічного або виробничого процесу [5].

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

Основні матеріали дослідження. Моделювання виконуємо в програмі MATLAB для параметрів номінального режиму. Яке дозволяє дослідивши процеси електромеханічної системи та виконати правильний вибір асинхронних двигунів для технологічного процесу. Склавши модель в пакеті Simulink отримаємо певні залежності (рис. 1 - рис.6). Моделювання виконуємо в програмі MATLAB для параметрів пускового режиму під навантаженням та на холостому ході.

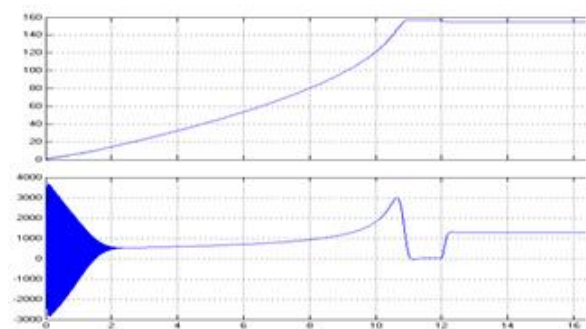


Рисунок 1 – Момент та швидкість обертання двигуна

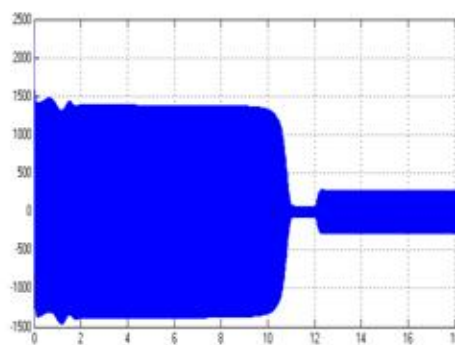


Рисунок 2 – Струм фази А

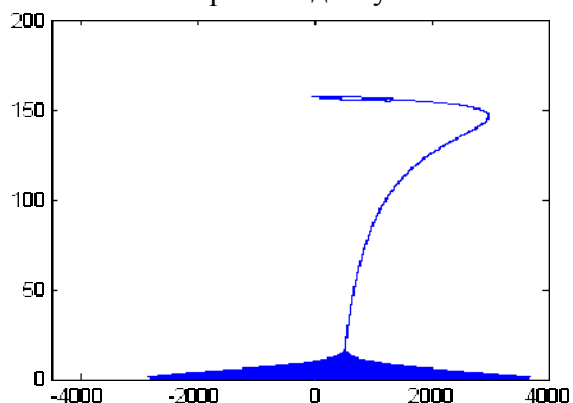


Рисунок 3 – Залежність швидкості від моменту

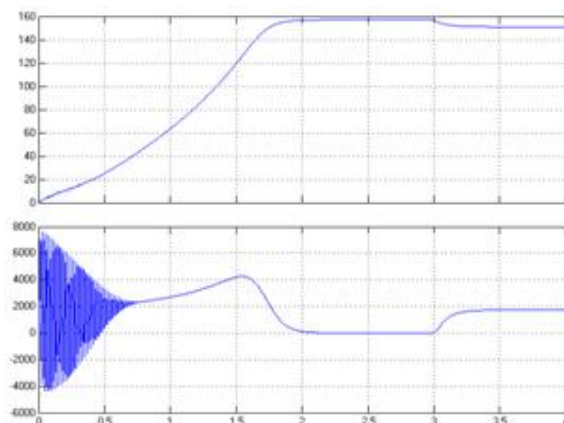


Рисунок 4 – Момент та швидкість обертання двигуна

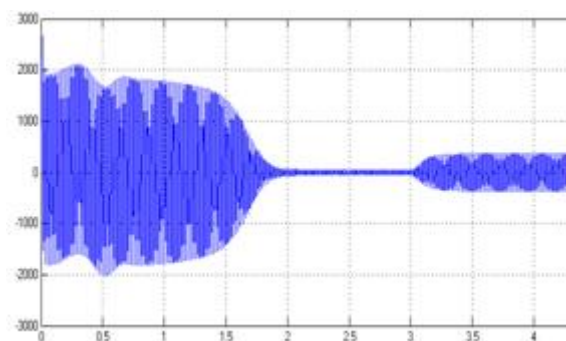


Рисунок 5 – Струм фази А

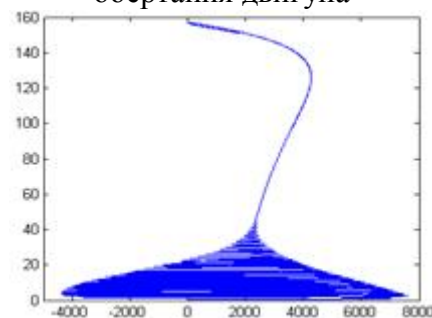


Рисунок 6 – Залежність швидкості від моменту

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

Список використаних джерел.

1. Копылов И.П. Проектирование электрических машин: В 2 т./ Под ред. И.П.Копылова. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 350 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. Matlab 6.0 / С.Г. Герман-Галкин– Санкт-Петербург: Корона принт, 2001.-320 с.
3. Ключев В.И. Теория электропривода /В.И. Ключев.–М.: Энергоатомиздат, 2001.-704 с.
4. Копылов И.П. Электрические машины/ И.П. Копылов – М.: Высш. шк., 2000.-607 с.
5. Бурков А.Т. Электронная техника и преобразователи / А.Т. Бурков. – М. Транспорт, 1999. – 464 с.

УДК 638.147.7(088.8)

ЕЛЕКТРИЧНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ОБІГРІВУ ТА ПРОСЛУХОВУВАННЯ ВУЛИКА

Атрошенко В.С., 3 курс;

Кащєєва А.І., 3 курс;

Жарков В.Я., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Описано розроблені авторами електричні пристрої для обігріву та прослуховування бджіл у вулику, спрямовані на підвищення їхньої продуктивності.*

203

Постановка проблеми. В останні роки в Україні проводиться робота з активізації бджільництва, прийнято Закон України «Про бджільництво» [1]. Цей Закон регулює відносини щодо розведення, використання та охорони бджіл, виробництва, заготівлі та переробки продуктів бджільництва, ефективного використання бджіл для запилення ентомофільних рослин с.г. призначення, інших видів запилювальної флори, створення умов для підвищення продуктивності бджіл і с.г. культур. Згідно ст. 25 Закону [1] «Наукове забезпечення в галузі бджільництва здійснюється Українською академією аграрних наук через мережу її науково-дослідних установ відповідно до Закону України "Про наукову і науково-технічну діяльність"»

Підтримання оптимальної температури у вулику в зимово-весінній період є одним із найважливіших чинників нормального утримання бджіл. При цьому велике значення мають засоби непрямого спостереження за передройовим станом бджолиної сім'ї, зокрема прослуховування звуку, виданого клубом бджіл [2].

Аналіз останніх досліджень. З метою правильного вибору параметрів електрообігріву бджолиних сімей в холодну пору року проводилися дослідження температурно-вологісного режиму у вулику із зимуючими бджолами [3]. На основі спостережень і літературних досліджень виведені вимоги до штучного обігріву бджолиних сімей [3]. На півдні України достатньо проводити лише весінній обігрів електронагрівачем потужністю не більше 5 Вт з можливістю збільшувати її до 20 Вт при різкому зниженні температури після розпаду бджолиного клубу [3].

Відомо багато конструкцій бджолиних вуликів з електрообігрівом, описаних в популярній і спеціальній літературі [2]. Аналіз існуючих конструкцій бджолиних вуликів показав, що більшість з них не пристосовані до електрообігріву [3].

Мета статті. Розробити пристрої для електрообігріву і прослуховування бджіл у вулику.

Основні матеріали дослідження. Медоносні бджоли, збираючись на зимівлю в щільний клуб, можуть переносити морози до -40 оС і весною бути в нормальному стані. В середині клубу бджоли підтримують температуру $+25...+30$ оС, а в оболонці - близько $+15$ оС. Одним із способів зберігання бджіл під час зимівлі є електрообігрів вулика [3].

Нами запатентований бджолиний вулик з електрообігрівом (рис.1) [4]. Бджолиний вулик з електрообігрівом містить корпус 1, виконаний в вигляді прямокутного паралелепіпеду з боковими 2, задньою 3, фронтальною 4 стінками і дном 5, кришку 6, стільникові рамки 7, розташовані в корпусі 1 і орієнтовані своїми площинами паралельно його боковим стінкам 2, льоток 8 в нижній частині фронтальної стінки 4, електронагрівач 9, металеву екрануючу сітку 10, що відділяє його від стільникових рамок 7 із бджолами. Додатково корпус 1 містить стелю 11 у верхньому торці корпусу 1, виконану із набору прямокутних в плані дощечок 12, орієнтованих паралельно боковим стінкам 2 корпусу 1, верхній льоток 13, виконаний у верхній частині фронтальної дошки 4. В стінках кришки 6 і в стелі 11 утворені відповідно вентиляційні отвори 14 і 15, в корпусі 1 установлені два теплових екрана 16, кожен тепловий екран 16 встановлений між боковою стінкою 2 і стільниковою рамкою 7 з зазором між тепловим екраном 16 і боковою стінкою 2.

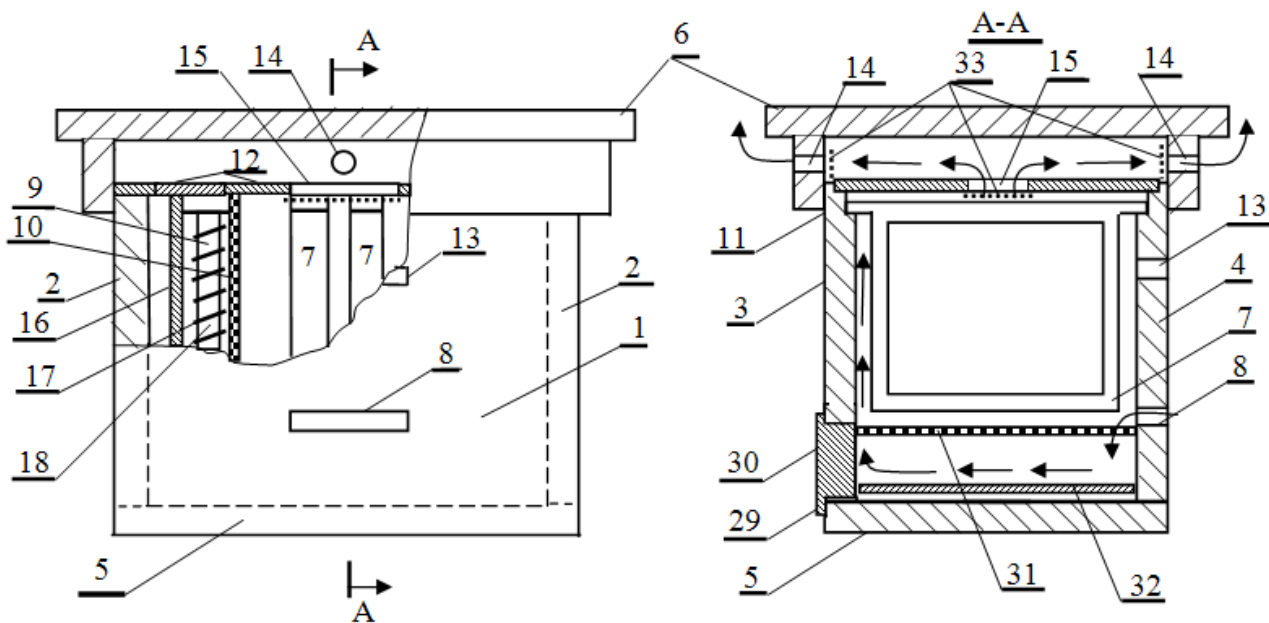


Рисунок 1- Загальний вид бджолиного вулика з електрообігрівом на одне відділення

Електронагрівач 9 (рис.2) виконаний ізольованим нагрівальним проводом 17, намотаним на пугу стільникову рамку 18 (влітку відсутня).

Нагрівальний провід 17 має дві секції 19,20, кожна секція намотана на окремі стільникові рамці 18 (на рис.1 показана ліва секція), послідовно з кожною секцією 19,20 ввімкнено по електричному вентилю 21,22 в протилежних напрямках, утворені ланцюги з'єднані паралельно і приєднані до джерела живлення 23 змінного струму, паралельно кожному електричному вентилю 21,22 підключені зблоковані контакти 24, котушка 25 керування якими через вимикач 26 приєднана до джерела живлення 23.

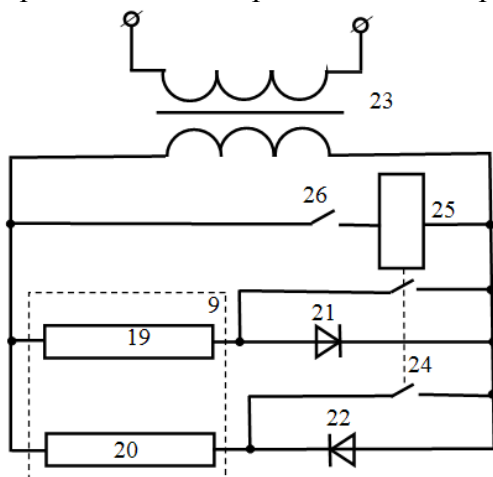


Рисунок 2 - Електрична схема електронагрівача

Можливе розділення корпусу 1 на два відділення, забезпечені своїми льотками відповідно у нижній і верхній частинах фронтальної дошки 4 і вентиляційними отворами в стелі 11. В такому випадку секції 19,20 двохсекційного нагрівача 9 установлюється паралельно зовнішнім боковим стінкам 2 відділень. В нижній частині задньої стінки 3 утворений технологічний отвір 29, закритий заглушкою 30, а в підрамковому просторі корпусу 1 розташована решітка 31 з піддоном 32. Вентиляційні отвори 14, 15 закриті мілкокомірчастою сіткою.

Пристрій працює таким чином [4]. Восени пасічник збирає бджолині гнізда у вуликах і готує їх до зимівлі на волі [2]. Тоді ж в корпус 1 вулика встановлюється електронагрівач 9 з металевою екрануючою сіткою 10, яка закриває його від рамок 7 із бджолами для зменшення впливу на них електромагнітного поля.

Головні умови доброї зимівлі бджіл на волі наявність достатньої кількості якісного корму при якійшій вентиляції, тобто при відсутності протягів у вулику і вільному виході вологого повітря із бджолиного гнізда [2]. Тому на зиму технологічні отвори 29 щільно закривають заглушками 30, нижні льотки 8 закривають повністю, а верхні льотки 13 закривають частково. Поверхня нагрівача 9 при тривалому вмиканні нагрівається до температури не більше 30 оС.

На півдні України електронагрівачі вмикають тільки ранньою весною для активізації роботи бджіл. При цьому нижній льоток 8 відкривають, а верхній льоток 13 для усунення протягу закривають. Звичайно вимикач 26 вимкнений, котушка 25 знеструмлена, її контакти 24 в колі електричних вентилів 21,22 розімкнені, і через секції 19,20 нагрівального проводу

Електронагрівачі вмикають тільки ранньою весною для активізації роботи бджіл. При цьому нижній льоток 8 відкривають, а верхній льоток 13 для усунення протягу закривають. Звичайно вимикач 26 вимкнений, котушка 25 знеструмлена, її контакти 24 в колі електричних вентилів 21,22 розімкнені, і через секції 19,20 нагрівального проводу

17 проходить пульсуючий струм, забезпечуючи понижено потужність електронагрівача 9 (рис. 3.6). Повітря, що поступає в корпус 1 вулика через нижній льоток 8, нагрівається, іде до задньої стінки 3, піднімається між задньою стінкою 3 та рамками 7, а також безпосередньо між рамками 7 і частково виходить через вентиляційні отвори 15,14 в стелі 11 і в кришці 6, видаляючи вуглекислий газ і надлишки вологи, а частково, охолоджене під стелею 11, опускається і через решітку 31 поступає в підрамковий простір та знову нагрівається. На піддоні 32 збирається конденсат, а на решітці 31 – підсушений підмор та відходи бджоло-продукції [2,3].

При потеплінні решітку 31 і піддон 32 виймають через технологічний отвір 29 і очищують від сміття та залишків води. Весінній підігрів активізує роботу бджіл. Щоб збільшити розплід, матка робить раннє червлення. При температурі вище 15°C бджоли починають працювати, адже в цей час цвітуть клен, верба, кульбаба. При першому обльоті робиться перегляд бджіл у вулику [2].

При використанні вулика з корпусом 1 розділеним на два відділення для економічності використовують один електронагрівач на дві сім'ї. При різкому зниженні зовнішньої температури ранньою весною, після того, як бджоли уже запрацювали, вимикач 26 в колі котушки 25 замикають (див. рис.2), контакти 24 замикаються, шунтуючи електричні вентиляції 21,22, і потужність нагрівача 9 збільшується в чотири рази.

В зимовий період тепловий екран 16 забезпечує додаткову теплоізоляцію і усуває можливість утворення конденсату на холодних бокових стінках 2, а влітку, коли корпус 1 повністю заповнений стільниковими рамками 7, наявність зазору між тепловим екраном 16 і боковою стінкою 2 полегшує доступ до стільникових рамок 7 (є можливість їх розсунути, оскільки бджоли склеюють рамки).

На півдні України спостерігається різка зміна температур, з високої на низьку. Тому при високій температурі бджоли починають життєдіяльність і при різкій зміні температури на низьку бджолина сім'я не встигне зібратися у клуб та загине. Система електрообігріву бджолиної сім'ї у вулику для півдня України особливо ефективна у весняний період [3].

Але при весінньому електрообігріві бджолина сім'я раніше робить перший обліт, а тому є загроза у тому, що може вийти рій з вулика. При цьому бджолина сім'я дуже сильно ослабне.

Щоб визначити передройовий стан бджолиної сім'ї, її прослуховують. Роблять це по-різному: один край гумової трубки вставляють у вічко, а другий — у вухо; роблять спеціальний прилад - апіскоп, використовуючи деталі стетофонендоскопа тощо.

Одне з цікавих питань – це як визначити передройовий стан бджолиних сімей, не турбуючи їх. Адже бджоли дуже сторожко та гостро реагують на будь-яке незначне порушення їх спокою: на шарудіння, коли вставляєш трубку у вічко, на звук кроків тощо.

Було помічено, що перед роїнням бджолина сім'я видає гудіння із звуків частотою 100-600 Гц. Безпосередньо перед самим роїнням гул стає монотонним і знаходиться у смузі частот від 200 до 280 Гц [5].

Відомі способи контролю станів бджолиної сім'ї за їх акустичним шумом, засновані на аналізі інтенсивності сигналів у виділених частотних смугах, а також на застосуванні чисельних методів спектрального аналізу [5]. Недоліками першого типу способів є низька інформативність, недоліками другого - є складність і велика тривалість розрахунків спектра, так як при коротких вибірках доводиться проводити додаткові обчислення і визначення тих частотних спектрів, які найбільш близькі і по суті визначають загальну фонову ситуацію в бджолиному гнізді [6].

Нами був розроблений пристрій для отримання інформації про передройовий стан бджолиної сім'ї [6]. Цей пристрій являє собою високочутливий мікрофонний підсилювач з вузькою смугою пропуску від 200 до 280 Гц, навантажений на сигнальну лампу HL1 (рис.3). Живлення приладу здійснюється від батареї G напругою 9 В.

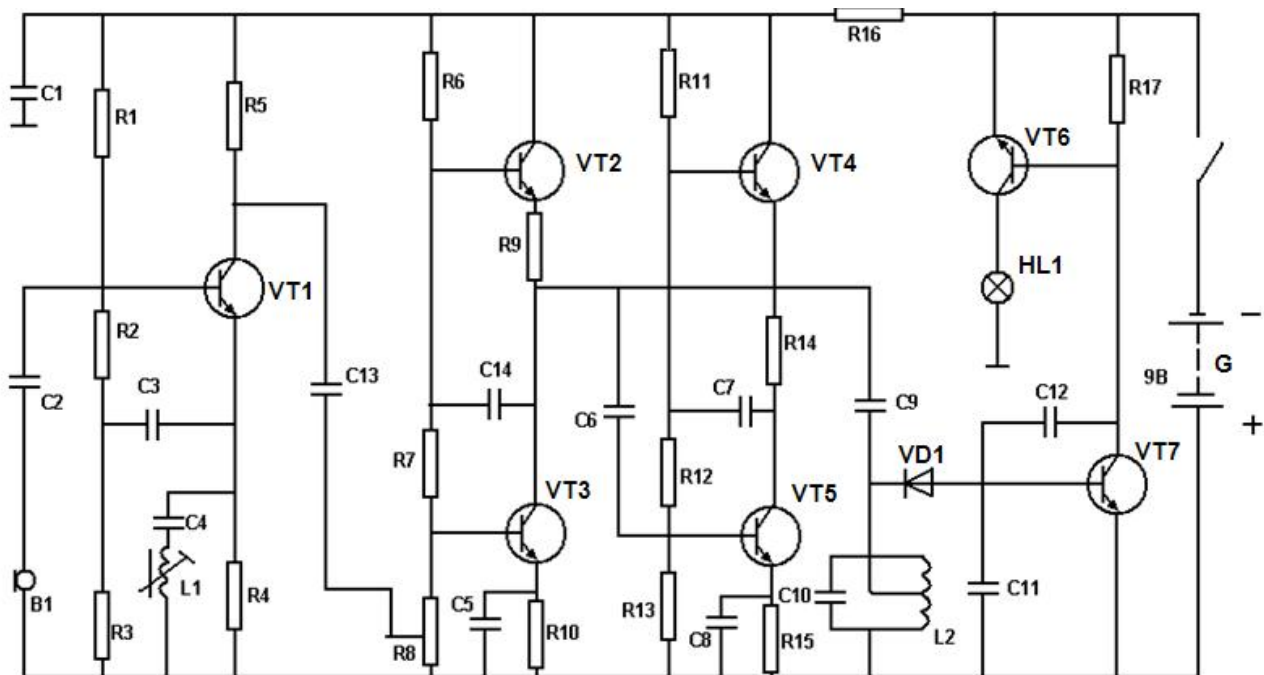


Рисунок 3 - Схема пристрою для контролю передройового стану бджолої сім'ї.

Пристрій працює таким чином. У ланцюг емітера першого транзистора VT1 приєднаний виборчий фільтр, настроєний на частоту 240 Гц.

Другий каскад має велике підсилення та зроблений за схемою зі спільним емітером та з динамічним навантаженням на транзисторах VT2 і VT3.

Третій каскад виконаний за аналогічною схемою, але навантажений на резонансний LC-контур, також настроєний на частоту 240 Гц.

Сигнал з резонансного контуру потрапляє на амплітудний детектор на діоді VD1 і двокаскадний підсилювач постійного струму, виконаний на транзисторах VT6 і VT7 і навантажений лампою розжарювання HL1 (6,3 В).

До цього приладу можна приєднати також і декілька вуликів (Рис. 4).

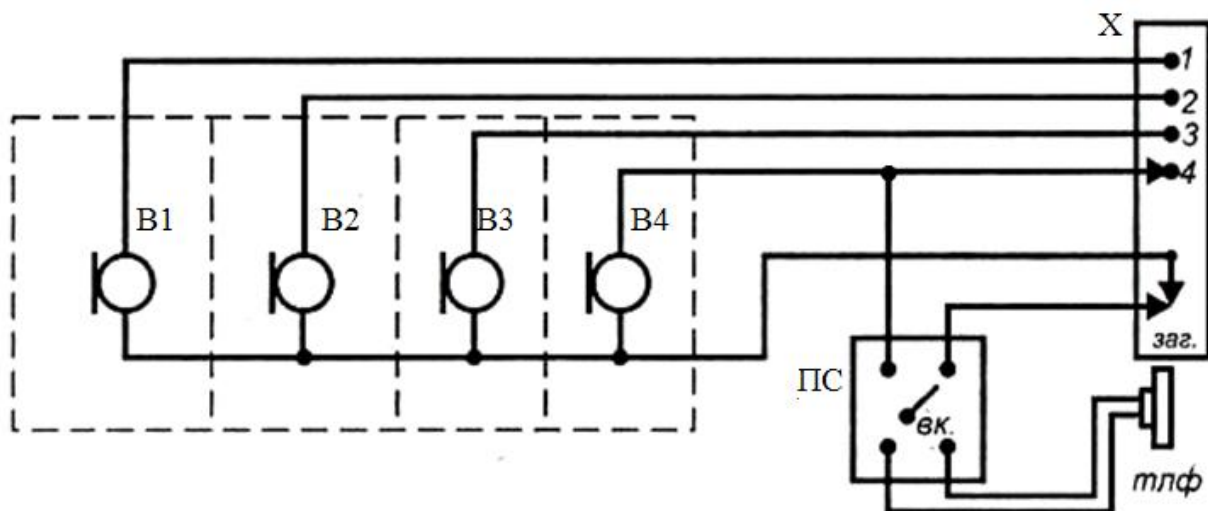


Рисунок 4 – Схема підключення пристроїв прослуховування.

Для підключення підсилювача ПК до гнізд мікрофонів B1, B2, B3, B4 пристрою використовуємо проводи зі штекерами.

Якщо необхідно прослухати бджолої сім'ю, вставляється одноштекерний наконечник у загальне гніздо роз'єму X пристрою, а інший — у гніздо мікрофону В, розташованому у контрольованому вулику.

Якщо одразу треба встановити самопочуття іншої сім'ї, достатньо переставити штекерний наконечник до мікрофону, розташованому у будь-якому іншому вулику, а другий наконечник залишити в загальному корпусі.

Цим способом прослуховування можна отримати інформацію: яка саме сім'я бджіл знаходиться у передройовому стані, і запобігти виходу рою.

Пристрій портативний і може знайти постійне застосування у бджолярів-практиків при відсутності у них високих професійних навичок або музикального слуху.

Застосування пристрою дасть можливість зменшити трудовитрати бджолярів при роботі з бджолами і збільшити збір меду.

Висновки.

1. Вмикання електронагрівача раною весною стимулює ранню активізацію бджіл, нарощування сили сім'ї, а отже сприяє підвищенню їхньої продуктивності. На півдні України достатньо проводити лише весінній обігрів електронагрівачем. На розроблену конструкцію бджолиного вулика з електрообігрівом отримано патент України № 23453.

2. Електронний пристрій для прослуховування бджіл дозволяє контролювати стан бджолиної сім'ї не тільки під час зимівлі, а і в кризових ситуаціях, таких як: передройовий стан, втрата матки, прийняття або відторження нової матки; перегрів вулика тощо. Застосування пристрою дає можливість різко знизити трудовитрати при роботі з бджолами і не вимагає наявності у бджоляра високих професійних та акустичних навичок.

Список використаних джерел.

1. Закон України "Про бджільництво"// Відомості Верховної Ради.- 2000.-№ 21.- ст.157 Із змінами, внесеними згідно із Законом N 586-VI від 24.09.2008.
2. Буренин Н.Л. Справочник по пчеловодству/ Н.Л. Буренин, Г.Н. Котова.- 2-е изд., перераб и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.- 287 с.
3. Атрошенко В.С. Бджолиний вулик з електрообігрівом// Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих/ В.С. Атрошенко, О.С Атрошенко., В.Я. Жарков. - Донецьк: ДонНТУ, 2007. - С. 239-2412.
4. Пат.23453 Україна, МПК7 А01К47/00. Бджолиний вулик з електрообігрівом/ В.Я. Жарков, І.М. Кашеев, В.С. Атрошенко.- Заявл. 02.01.2007; Опубл. 25.05.2007.-Бюлетень Інтелектуальна власність. - 2007.- №7.
5. Еськов Е.К. Акустическая сигнализация общественных насекомых/ Е.К.. Еськов.- М.: Россельхозиздат, 1983.-192 с.
6. Атрошенко В.С. Пристрій контролю передройового стану бджолиної сім'ї у вулику/ В.С. Атрошенко, М.В. Логвиненко, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ.- 2008. - С. 79-81.

УДК 621.31

ЕЛЕКТРОННИЙ ЛЮКСМЕТР З ВИМІРЮВАННЯМ РІВНЯ УФ-ВИПРОМІНЕННЯ

Верещагін Д.В., 5 курс;
Никифорова Л.Є., д.т.н.,
Кізім І.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведено аналіз фотоелементів з метою вибору первинного перетворювача, розроблена схема електрична принципова електронного люксметра і запропоновано його дослідний зразок.

208

Постановка проблеми. Для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Електроосвітлення та опромінення» і для огляду умов освітлення при атестації робочих місць необхідний прилад для вимірювання рівня освітленості - люксметр. Люксметри Ю 116 і Ю 117, які є найпоширенішими і які використовуються до цього дня, є морально застарілими і мають малий функціонал, до того ж мають велику вартість.

Сучасні вітчизняні і імпорتنі люксметри мають широкий набір характеристик і мале енергоспоживання, проте і їх висока вартість не дозволяє повною мірою укомплектувати ними учбові лабораторії.

Аналіз останніх досліджень. Сучасна елементна база дозволяє створювати прилади з широким набором функцій (залежно від поставленої задачі) і з малими витратами. Основною задачею при розробці люксметра залишається вибір фотоелемента, який перетворить світлову енергію в енергію електричного струму. Аналіз фотоелементів показує, що доступною заміною селеновому елементу можуть бути сонячні елементи на основі аморфного кремнію [1].

Мета статті. Метою статті є обґрунтування вибору фотоелемента в якості первинного перетворювача і розробка багатофункційного і недорогого люксметра, що має невелику похибку вимірювання, і що виконано на доступній елементній базі.

Основні матеріали дослідження. В люксметрах Ю116 і Ю117 в якості первинного перетворювача застосовується селеновий фотоелемент, що має спектр чутливості, близький до спектру чутливості людського ока. Цей фотоелемент лише частково кореговано (виправлено), тому його спектр все ж таки має розбіжність з кривою чутливості ока людини. Кожен фотоелемент має свої спектральні характеристики, близькі, але відмінні один від одного. Тому в таких люксметрах повинна дотримуватися відповідність кожного фотоелемента своєму люксметру, що утрудняє взаємозамінність [2].

В розробленому електронному люксметрі, завдяки застосуванню мікроконтролера, є можливість програмної корекції характеристики фотоелемента в порівнянні з даними еталонного приладу, чим забезпечується гнучкість настройки точності вимірювання приладу.

Вибір первинного перетворювача для люксметра був зроблений на основі аналізу спектральних характеристик поширених германієвих і кремнієвих фотодіодів і сонячних елементів, виконаних на основі аморфного кремнію.

Одні з найпоширеніших фотометричних давачів - фотодіоди. Якщо їх включити у фотогоальванічному режимі (режим утворення фото-ерс), то їх струм короткого замикання буде майже прямо пропорційний освітленості. Проте їх спектральна чутливість значно не співпадає із спектральною характеристикою ока (як загальноприйнятого еталона), що припускає застосування світлофільтру для коректування їх спектральної характеристики (рис. 1).

Фотоелементи на основі аморфного кремнію, навпаки, мають спектральну чутливість, яка дуже близька до чутливості людського ока. З подібних елементів будуються елементи сонячних батарей, які звичайно призначені для використання в системах електроживлення малої потужності, але ці фотоелементи також можуть бути використані як фотометричні датчики. Аналіз спектральних характеристик показує, що сонячний елемент на основі

аморфного кремнію є оптимальним рішенням для застосування в якості первинного перетворювача люксметра (рис. 1).

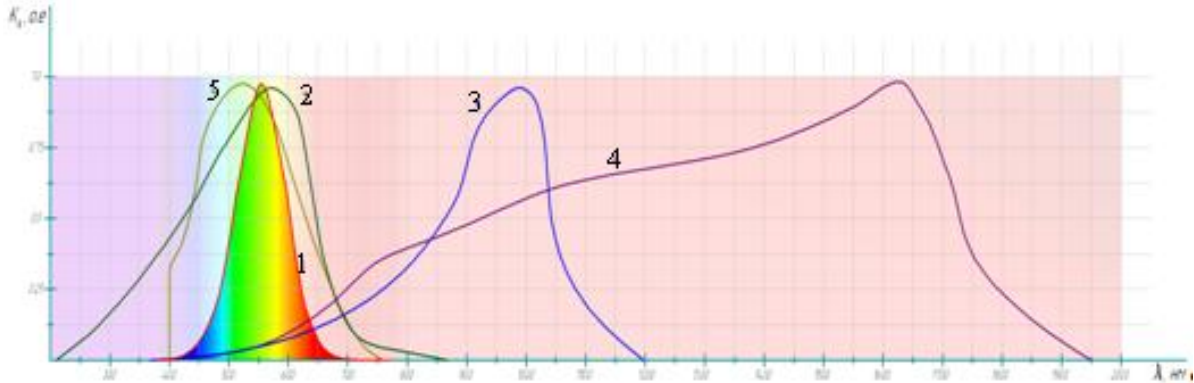


Рисунок 1 – Спектральні характеристики: 1 - спектр чутливості людського ока; 2 - спектральна характеристика селенового фотоелемента; 3 - кремнієвого фотодіода; 4 - германієвого фотодіода; 5 - сонячного фотоелемента на основі аморфного кремнію.

В якості фотоперетворювача для розробленого люксметра був використаний сонячний елемент AM-1315 фірми SANYO.

Люксметр має три діапазони вимірювання освітленості (1000, 10000 і 50000 лк), настройка на які відбувається автоматично, залежно від рівня освітленості.

Прилад також має функцію запам'ятовування поточної освітленості (по натисненню кнопки оператором) і зберіганні її в енергонезалежній пам'яті, з подальшим викликом цих значень з пам'яті і переглядом на рідкокристалічному індикаторі.

Для збільшення межі вимірювання освітленості в електронному люксметрі можуть бути застосовані світлофільтри, аналогічні фільтрам в люксметрах Ю-116, Ю-117.

Для оцінки якості роботи газорозрядних ламп в розробленому приладі реалізовано алгоритм визначення частоти пульсації світлового потоку а також визначення коефіцієнта пульсації, що є важливим параметром при атестації робочих місць за умовами освітлення в приміщеннях з люмінесцентними лампами. Коефіцієнт пульсації також може бути збережений оператором в енергонезалежній пам'яті.

Наявність в схемі люксметра фотодіода УФ діапазону дозволяє визначати рівень УФ випромінювання, виражаючи його у відносних одиницях. Це дає можливість проводити атестацію робочих місць з метою профілактики професійних захворювань, що викликані підвищеними дозами УФ-випромінювання.

В якості УФ-фотодіода може бути використано діод УФД20, який має спектральну чутливість в діапазоні 220-500 нм. Скорегувати діапазон (оптимізувати на виділення тільки УФ - випромінювання) можна за допомогою відповідних світлофільтрів.

Схему електричну принципову розробленого електронного люксметра приведено на рисунку 2.

Люксметр виконано на 8-ми розрядному мікроконтролері ATmega8 фірми Atmel (DD6), який має в своєму складі 10-ти розрядний аналого-цифровий перетворювач (АЦП) [3]. Також мікроконтролер має три вбудовані таймери/лічильники, один з яких використовується в реалізації алгоритму визначення коефіцієнта пульсації газорозрядних ламп.

На операційних підсилювачах DA2-DA5 виконано підсилювачі сигналу фото-ерс фотодавачів. З виходів підсилювачів сигнал поступає на вхід АЦП мікроконтролера, де перетворюється в цифровий код і піддається подальшій обробці.

Вибір діапазону вимірювання освітленості здійснюється за допомогою зміни опору кола зворотного зв'язку інвертуючого підсилювача DA2 (резистори R5-R7). Зміна діапазону виконується за допомогою малогабаритних реле К1-К3, при цьому кожен діапазон відображується світлодіодом (VD6, VD8, VD10).

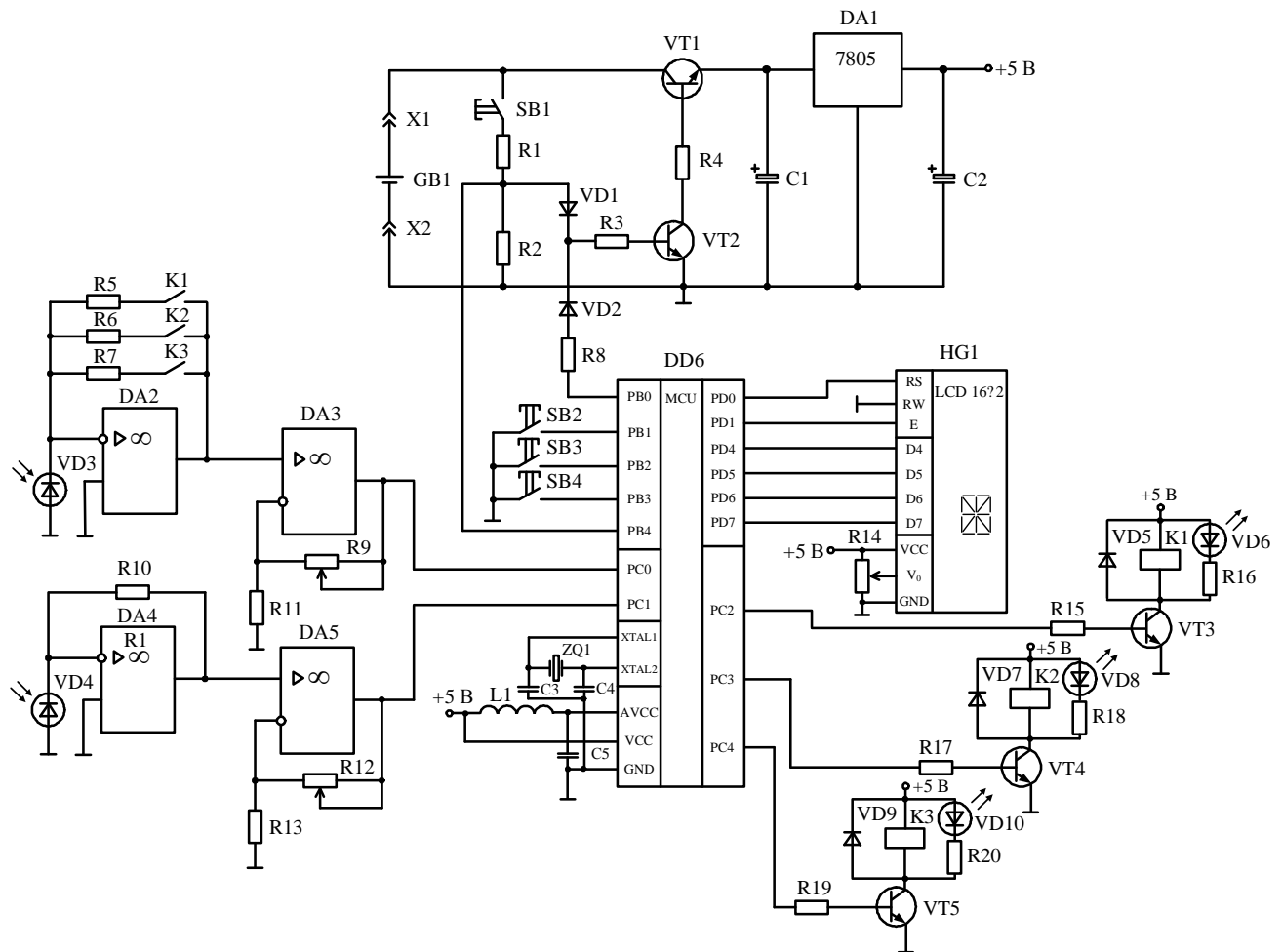


Рисунок 2 – Схема електрична принципова електронного люксметра.

Кнопка SB1 виконує вмикання і вимикання люксметра. Кнопки SB1- SB3 забезпечують вибір режиму роботи люксметра (вимірювання рівня освітленості або рівня УФ - випромінювання), виконують запам'ятовування поточного значення освітленості або коефіцієнта пульсації в енергонезалежній пам'яті і забезпечують вивід цих збережених даних на індикатор.

Живлення приладу здійснюється акумуляторною батареєю типу «Крона». Прилад, з метою продовження часу автономної роботи, має функцію автоматичного вимикання через 10 хвилин бездіяльності.

Дослідний зразок переносного електронного люксметра (рис. 3) характеризується малими габаритами, простотою експлуатації, має літерно-символьний рідкокристалічний дисплей (16 символів, 2 рядки), що дозволяє організувати меню з широкими функціями. Перевагами люксметра також є доступність електронних компонентів, простота розробленої схеми, хороша повторюваність і можливість оновлення вбудованого програмного забезпечення при необхідності розширення його функційних можливостей.

В якості рідкокристалічного індикатора HG1 використано дворядковий 16-розрядний індикатор WH1602.

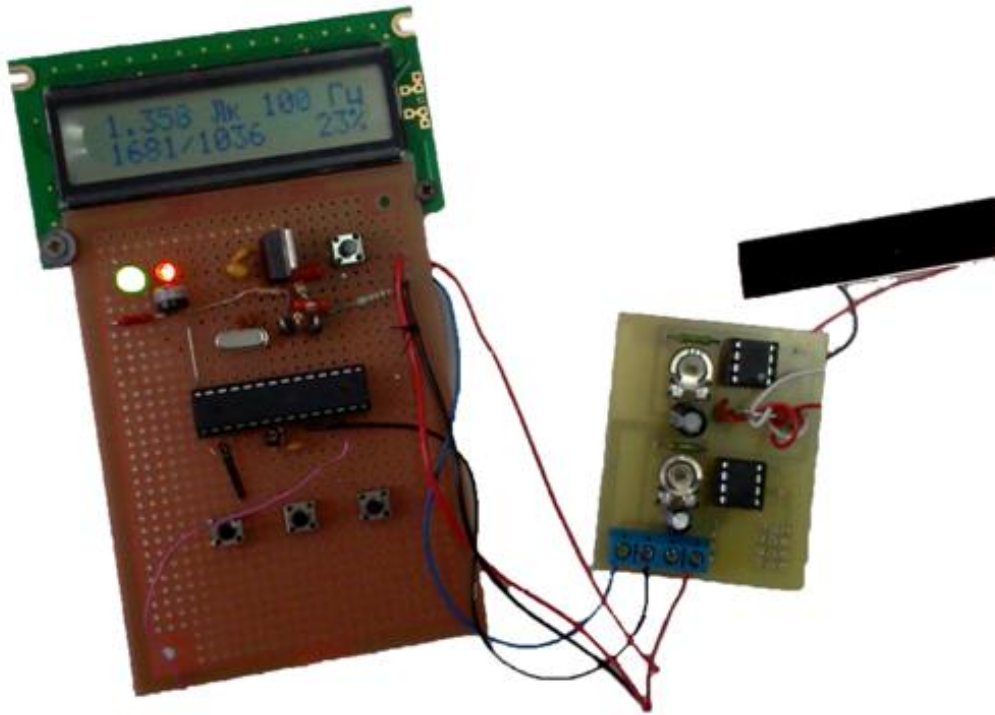


Рисунок 3 – Дослідний зразок електронного люксметра.

Висновок. Розроблений електронний люксметр може бути використано для заміни люксметрів Ю 116 і Ю 117 і може вимірювати освітленість, яка створюється різними джерелами випромінювання і природним світлом в діапазоні 380 - 760 нм, а також визначати рівень інтенсивності УФ - випромінювання, що дозволяє застосовувати його в промисловості, в сільському господарстві, на транспорті та інших галузях народного господарства.

Список використаних джерел.

1. Тонкоплёночные батареи микроморфного кремния [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.nanometer.ru/2010/12/22/solnechnaa_energetika_238861.html. – Название с экрана
2. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение / В.А. Козинский. – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 560 с.

УДК 556.11

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Лашенко А.В., 3 курс;
Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
В роботі проведено аналіз існуючих зрошувальних систем та систем фертигації, виділено їх основні переваги та недоліки, а також обґрунтовано застосування частотно-регульованого електроприводу насосу в системі керування концентрації розчинів мінеральних добрив.

212

Постановка проблеми. Забезпеченість рослин вологою та мінеральними добривами – один з основних чинників життєдіяльності. Усі фізіологічні і біохімічні процеси проходять лише тоді, коли є волога та відповідно до періоду вегетації рослини склад хімічних елементів. Тому ефективність зрошування, в основному, залежить від того, чи відповідає характер зволоження ґрунту особливостям росту і розвитку кореневої системи і рослини в цілому. Потреба рослин у воді залежить від фази розвитку рослин. Наприклад, результати досліджень різних наукових установ[1], а також досвід їх вирощування в передових господарствах свідчить, що в умовах України оптимальна передполивна вологість ґрунту для огірка до початку плодоутворення складає 75-80 % НВ, а в період плодоутворення і плодоносіння – 85 - 90 % НВ. За нормальних умов водоспоживання посівів може складати до 30 тис. л води з 1 га в день (що дорівнює 3 мм опадів). Підгодовування рослин є запорукою отримання високих урожаїв. Для підтримки оптимальної концентрації елементів живлення в ґрунтовому розчині упродовж усього періоду вегетації рослин застосовують внесення добрив разом з поливною водою (фертигація).

Аналіз останніх досліджень. Для фертигації використовують водорозчинні мінеральні добрива зарубіжного виробництва: Тетрафлекс, Кемира комбі, Кристалон, Ferticare, Universal, MadMix, монофосфат калію, аміачна і калійна селітра та ін. З вітчизняних добрив хорошу розчинність мають аміачна селітра і сечовина.

Змішування робиться за допомогою різних пристроїв, які дозволяють робити це змішування в точно заданих пропорціях. У технології фертигації добриво поступає до рослин безпосередньо з поливною водою, отже, куди йде вода, туди ж разом з нею йдуть і добрива. У системах фертигації легко досягається управління оптимальними концентраціями добрив, їх співвідношенням, і ці параметри можуть контролюватися в автоматичному режимі (рис.1).



Рисунок 1 – Фертигаційна установка

Мета роботи. Обґрунтування застосування частотно-регульованого електроприводу насосу в системі керування концентрації розчинів мінеральних добрив.

Основні матеріали досліджень. В системі керування концентрації розчинів мінеральних добрив (рис.2) для дозування використовуються заслінка 5 з електроприводом М2, що залежно від сигналу струменевого реле SV та датчика тиску ВР, що встановлені в нагнітаючому трубопроводі 4. Зміною діаметру заслінки змінюється подача мінерального добрива, що нагнітається насосом 3, міняється його концентрація на виході із зрошувальної установки.

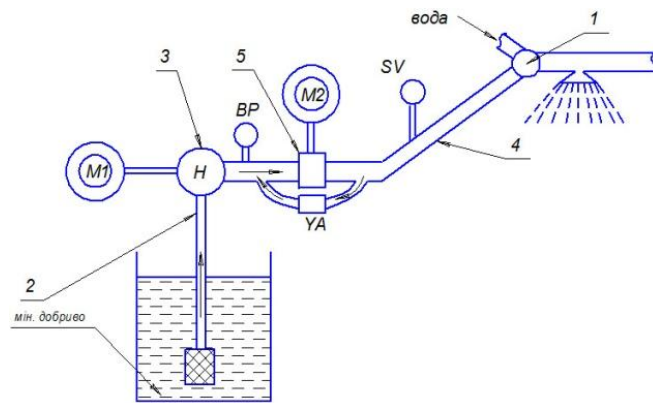


Рисунок 2 – Технологічна схема регулювання концентрації розчину мінерального добрива

213

Але дана установка має дуже низьку точність дозування. Недостатня або надмірна кількість будь-яких поживних речовин здатна привести до зниження врожайності. Надмірна їх кількість може викликати ушкодження рослин, перевитрату засобів і забруднення довкілля, коли система промивається після завершення циклу вирощування.

Найбільш оптимальним вирішенням даної проблеми є використання частотно-регульованого електроприводу насоса 3 подачі мінерального добрива 1 (рис.3).

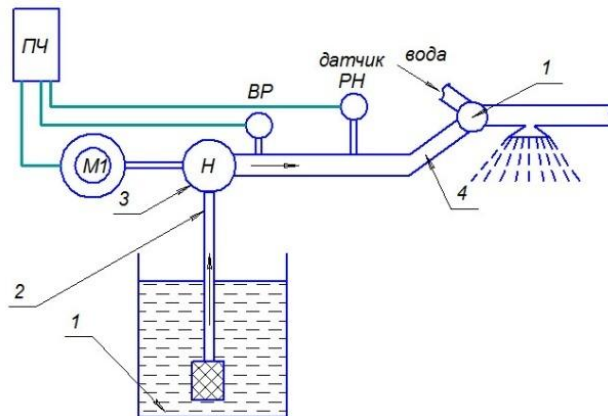


Рисунок 3 – Технологічна схема регулювання концентрації розчину мінеральних добрив на основі частотно-регульованого електроприводу

Також, в трубопроводі 4 встановлюються датчики тиску та концентрації РН, що вмикаються в зворотній зв'язок з частотним перетворювачем. В ході проведеного аналізу існуючого широкого спектру типів та видів частотних перетворювачів найбільш оптимальним для вирішення даного технологічного завдання є застосування ПЧ фірми Schneider Electric. Сигнали від датчиків надходять до ПЧ, і таким чином, до рослини подається розчин з оптимальною концентрацією мінерального добрива.

Висновок. Таким чином, застосування ПЧ та відповідними пристроями автоматики дозволяє плавно регулювати частоту обертання валу електродвигуна і відповідно змінювати концентрацію розчину.

Список використаних джерел.

1. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній. Підручник/Є.Л. Жулай; Б.В. Зайцев; Ю.И. Лавриненко [та ін.]. -К.: Вища освіта 2001р.-288с.
2. Инновации, предлагаемые к применению в мелиорации и сельскохозяйственном водоснабжении: Научно-технический обзор. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2006 (часть 1) и 2007 (часть 2). – 90 с. и 61 с.

УДК 636.085.622

ЗНИЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТАМІНАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ГРАНУЛЬОВАНИХ КОМБІКОРМІВ

Стасенко А.С., магістрант;

Кашкар'ов А.О., інженер;

Діордієв В.Т., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті пропонуються заходи зниження впливу контамінаційних процесів за рахунок впровадження технології "теплового щита" та автоматичної системи керування.

214

Постановка проблеми. В останні роки відзначається тенденція випереджаючого розвитку комбікормової промисловості по відношенню до виробництва тваринницької продукції. У 1991 році світове виробництво комбікормів становило 377млн.т., а в останні роки - близько 500 млн.т. на рік. В Україні у 2011 році було виготовлено 4472900 т комбікорму[1].

Роль промислового виробництва комбікормів в багатьох країнах зростає, це викликано інтенсифікацією галузі тваринництва. В цілому світове виробництво продуктів тваринництва зростає в середньому на 1% на рік [7]. Однак, в умовах економічної кризи гостро стоїть питання скорочення витрат і підвищення продуктивності тварин, що нерозривно пов'язано з ефективним годуванням худоби, що вимагає високоякісних збалансованих кормів.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день однією з найактуальніших проблем, що стоять перед комбікормовою промисловістю, поряд з розширенням асортименту продукції і збільшенням обсягів виробництва, є проблема підвищення якості продукції [2, 3]. При цьому першочергова роль належить виробництву високоякісних біологічно повноцінних комбікормів, що відповідають комплексу зоотехнічних вимог для відповідних видів тварин [4]. Недотримання технології виробництва може стати причиною уповільнення розвитку і зниження продуктивності тварин, а також вплинути і на кінцевого споживача продукції тваринництва – людини [3].

У контексті сучасних технологій годівлі питанню однорідності комбікормів слід приділити особливу увагу, наприклад, кормів, які застосовуються в ранній період відгодівлі. Для молодняку свиней, а тим більше для курчат це питання є дуже актуальним, тому що в першу чергу буде впливати на збереження поголів'я в перший тиждень життя (табл. 1). Дана проблема пов'язана з добовим споживанням комбікорму, а саме з його малою кількістю по масі. Наприклад, разове споживання корму для курчат-бройлерів становить від 0,83 г до 2,5 г, і при цьому в кожній точці обсягу комбікорму має дотримуватися постійне утримання всіх компонентів, згідно рецепту [4, 5].

Дослідженнями процесу змішування встановлено, що вплив окремих факторів на його ефективність, яка залежить від: способу і порядку подачі продукту в змішувач; тривалості змішування; частоти обертання робочих органів змішувача; форми робочих органів змішувача; точності дозування; кількісного співвідношення між компонентами; ступеня наповнення змішувача вагового співвідношення компонентів суміші; відсутність налипання інгредієнтів на лопаті і стрічки змішувача; форми та розмірів часток; щільності та гігроскопічності частинок; ступеня подрібнення компонентів комбікормів; виду наповнювача при виробництві преміксів, ступеня подрібнення компонентів і наповнювача [1, 6].

Таким чином, для поліпшення процесу змішування рекомендується, щоб на початку його важкі компоненти завантажувались останніми, так як сили тяжіння в початковий період сприятимуть прискоренню їх інтенсивного змішування. Крім того, по мірі збільшення частоти обертання вала лопатевого однорідність комбікормів різко зростає і при 400 об / хв стає оптимальною, а потім знову знижується [6].

Якщо перший етап, пов'язаний з отриманням хорошої якості змішування можна відстежити на етапі виробництва, то підтримання якості корму до потрапляння в годівницю тва-

рини є наступним завданням. Фізичні властивості інгредієнтів можуть стати причиною розшарування корму, а також розкиду по вмісту поживних речовин у кінцевому кормі[3].

Таблиця 1 - Механізми негативного впливу антипоживних речовин на організм сільськогосподарських тварин і птиці

Речовина	Механізми негативного впливу
Інгібітори протеаз	Знижують активність ферментів, що спричинює, гіпертрофію підшлункової залози, сповільнює ріст тварин і засвоєння корму організмом.
Антигени	Концентрат соєвого протеїну при згодовуванні телятам викликає шлунково-кишкову алергію, при якій знижується інтенсивність росту, погіршується розвиток і перетравність поживних речовин.
Фітогемаглютини (лектини)	Утворюються пошкодження і пригнічується розвиток мікроборсоник, що спричиняє погіршення засвоєння поживних речовин через стінку кишечника. Внаслідок пошкоджень виникає порушення засвоєння глюкози, амінокислот і вітаміну В12 та порушується іонний транспорт. Лектини також спричинюють захворювання крові.
Уреаза	Фермент, під дією якого відбувається гідроліз сечовини до аміаку вуглекислого газу. Надлишок може спричинити надмірне утворення аміаку в процесі метаболізму сечовини.
Низькомолекулярний олігопептид	Викликає у тварин зоб.
Ціаногенні глікозиди	Вивільнюється синильна кислота, яка взаємодіє з неорганічними сполуками сірки, що провокує зв'язування в організмі йоду і порушення функцій щитовидної залози, зумовлюють отруєння тварин і птиці
Антивітаміни	Антагоністи вітамінів Е і Д спричинюють м'язову дистрофію та рахіт, у ряді випадків підвищують потребу у вітамінах

Окремою задачею є тривале та тимчасове зберігання комбікормів з мінімальною втраченою їх якістю та уникнення бактеріального зараження, що обумовлюється умовами зберігання та рецептурою.

Отже, комплекс явищ та процесів які знижують якість комбікормів все частіше називають контамінаційними процесами. Контамінація - це присутність в комбікормі елементів, які не належать до рецептури даного корму або його змінюють. Наприклад, присутність в комбікормі речовин, які з технологічних причин були перенесені з попередньої виробничої партії (рис. 1). Проблеми контамінації є на будь-якому підприємстві з виробництва комбікормів, питання в ступені її прояву [3].

Вивчення процесів контамінації комбікормів за рахунок дослідження структури явищ може допомогти підвищити якість комбікормової продукції та підвищити продуктивність ліній. Гранулювання комбікормів з застосуванням технології «Теплового щита» є одним з найефективніших методів вирішення проблеми контамінації.

Мета статті. Визначити шляхи зниження впливу контамінаційних процесів на якість комбікормів за рахунок вдосконалення технологічного процесу гранулювання та автоматичної системи керування.

Основні матеріали досліджень. Одним з розповсюджених методом зниження контамінаційних явищ є комбінований спосіб обробки, який полягає у гідротермомеханічній дії на сипкий збалансований корм – гранулювання, екструдкування 2.

Гранульовані комбікорми більш транспортабельні, менше піддаються впливу зовнішнього середовища і займають менший об'єм, ніж однойменні розсипні корму. Тому можна завантажувати ними вагони і автомобільний транспорт до повної вантажопідйомності. Ймовірність забруднення бункерів, контейнерів або транспортного обладнання набагато нижче, оскільки тверда гранульована форма знижує до мінімуму утворення залишків при переміщенні. Термічна обробка в процесі гранулювання скорочує вміст шкідливих мікроорганізмів, поліпшує загальний гігієнічний стан, дозволяє збільшити термін зберігання, уповільнює наступ псування товару [9]. Використання в тваринництві гранульованих комбікормів дозволяє

збільшити прирости тварин на 8 - 10%, знизити витрату комбікормів не менше ніж на 6%. На 85 - 90% зменшується бактеріальна зараженість комбікормів [2].



Рисунок 1 – Чинники зниження якості комбікормів при їх виробництві.

Гранульований корм має мінімальну ступінь розшарування суміші, але це залежить від якості гранул і співвідношення гранула / розмір. Також, завдяки сипучості гранульованого комбікорму майже унеможливується склепоутворення в бункерах тривалого або тимчасового зберігання.

Гранулювання є технологічним процесом, який може істотним чином поліпшити практично всі показники якості розсипних комбікормів. У порівнянні з розсипними гранульовані комбікорми мають ряд переваг. Переваги цього виду обробки комбікорму роблять вплив на збільшення обсягів гранулювання у всьому світі. Приблизно 86% всіх кормів споживається в гранульованому вигляді: 99% - великою рогатою худобою, 93% - свинями та 54% - птахами [1].

Завдяки сипучості гранульованого корму зависання («склепоутворення») в бункері та силосі практично унеможливується. Вага гектолітра (об'ємна маса) насипного матеріалу вище, тобто при гранулювання зменшується об'ємність товару при транспортуванні і зберіганні. Процес розвантаження та дозування гранул досить простий і при цьому сегрегації (розшарування) матеріалу не спостерігається. Ймовірність забруднення бункерів, контейнерів або транспортного обладнання набагато нижче, оскільки тверда гранульована форма знижує до мінімуму утворення залишків при переміщенні. Термічна обробка в процесі гранулювання скорочує вміст шкідливих мікроорганізмів, поліпшує загальне гігієнічний стан, дозволяє збільшити термін зберігання і при дотриманні умов зберігання, уповільнює наступ псування товару.

Переваги гранульованих кормів проявляються не тільки при їх транспортуванні і обробці, але і в застосуванні в тваринництві. Склад корму стабільний навіть при невеликих обсягах, оскільки кожна гранула містить однорідне кількість інгредієнтів. Це забезпечує рівномірне споживання компонентів і поживних речовин тваринами і усуває проблему виборчого харчування. Склад або інгредієнти комбікорму можуть змінюватись в залежності від ринкових умов без ризику, що корм не буде сприйнятий тваринами. Це досягається завдяки поліпшенню смакових якостей. Перетравність таких кормів збільшується, таким чином скорочується їх витрату і підвищується споживання поживних речовин.

Для того, щоб ступінь контамінації комбікорму була ще нижчою, гранули повинні бути твердими і стійкими до всіх дій, яким вони піддаються з ними на різних етапах виробничого від виробництва, закінчуючи годуванням; бути настільки безпиллим, наскільки це можливо, і мати відповідний нормам зовнішній вигляд за кольором, фактурі і поверхні, тобто без зовнішніх пошкоджень і руйнувань структури. Дрібна фракція має велику тенденцію до скупчення в мертвих зонах обладнання, а також збільшує утворення пилу. Одним з суттєвих по-

казників якості процесу гранулювання є крихкість гранул, на який суттєво впливає вміст вологи. Фактори, які мають вплив на щільність гранул приведені на рисунку 2 [7].

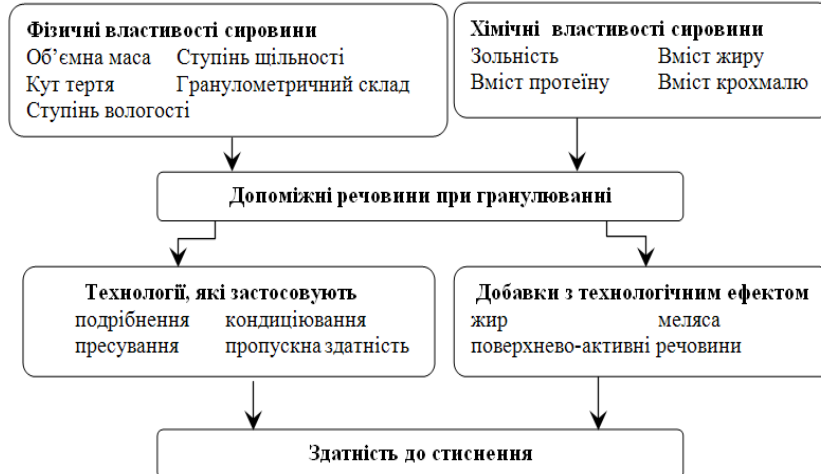


Рисунок 2 - Фактори, які мають вплив на щільність гранул.

Дослідження залежності якісних показників гранул від вологості було проведене раніше, при цьому вихідна вологість змінюється від 9 до 22% (рис. 3) [7]. Але відомі роботи констатують факт наявності залежності, обґрунтовуючи параметри технологічного процесу без розгляду зміни властивостей сировини, як об'єкта керування. Згідно даних досліджень [7], при вологості 15,39 % крихкість гранул буде найменшою і складатиме 2,83%

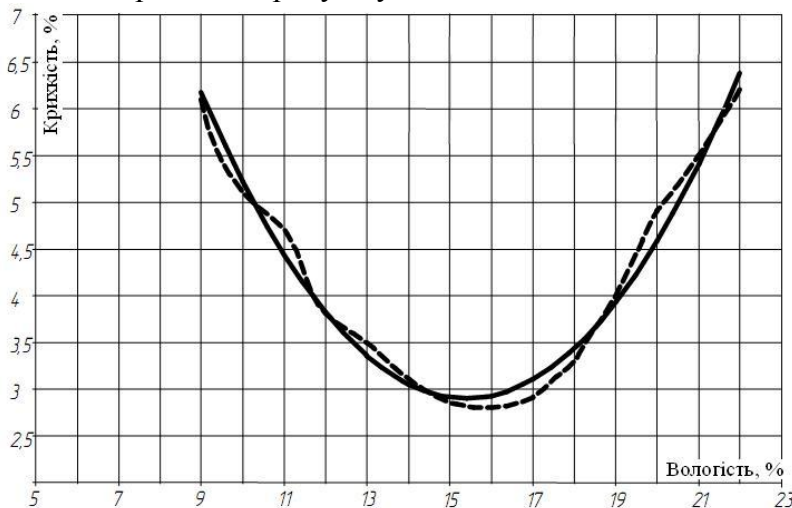


Рисунок 3 - Залежність крихкості гранул від їх вологості

$$F = 0.0295 \cdot x^2 - 0.87351 \cdot x + 10.163$$

Розглянемо криві, які описують процес нагрівання та охолодження суміші оптимальної точки вологості у контексті об'єкта керування (рис. 4, ф3). Існує багато способів для отримання параметрів перехідної функції об'єкту. Нами використано метод послідовного логарифмування, який придатний для визначення передатних функцій об'єктів, що мають не коливальну розгінну характеристику:

при нагріванні, відносна помилка апроксимації склала близько 1,16%

$$W(p) = \frac{9,2 \cdot e^{-2,08p}}{(4,35p + 1) \cdot (2,1p + 1)}$$

при охолодженні, відносна помилка апроксимації склала близько 4,17%

$$W(p) = \frac{10,72 \cdot e^{-1,12p}}{(4p + 1)(3,84p + 1)}$$

Дотримання оптимального перехідного процесу охолодження можливо тільки при примусовій штучній контрольованій вентиляції насипу комбікормової суміші та гранул. Але

у такому випадку з-за високої різниці температур та вологості повітря можлива конденсація вологи на гранулах, що знизить їх міцність та призведе до необхідності повторного гранулювання, яке знижує загальну продуктивність технологічної лінії та погіршує якість рецепту. Особливо відчутний даний процес близько корпусів кондиціонерів та охолоджувальних установок.

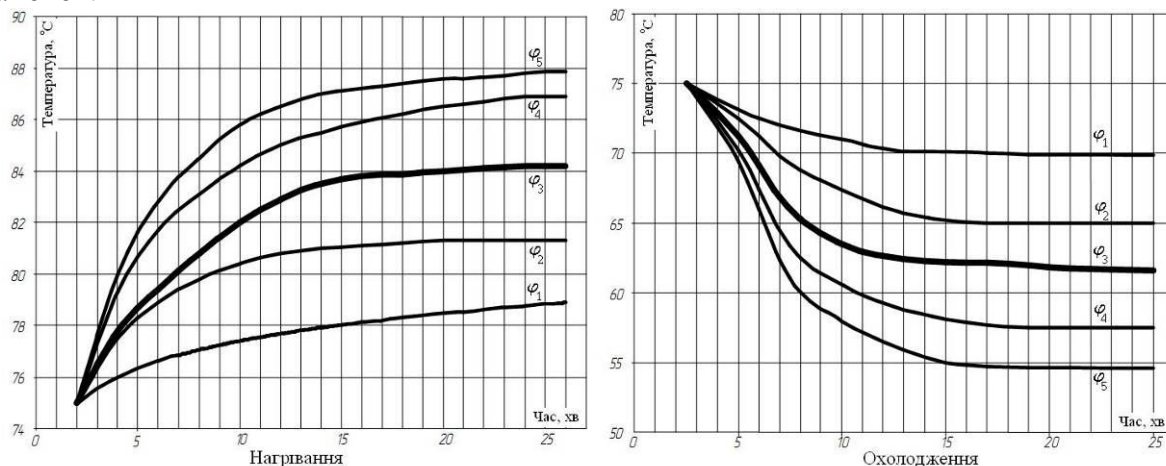


Рисунок 4 – Перехідні характеристики температурних процесів при виробництві гранульованого комбікорму (вологість $\phi_1 < \phi_2 < \phi_3 < \phi_4 < \phi_5$).

Для зменшення ризику конденсації вологи нами пропонується використовувати технологію "теплого щита", яка отримала поширення як ощадна технологія знезараження.

Технологія "теплого щита" полягає у тому, що на поверхні кондиціонеру, охолоджувача і на приймальному пристрої преса закріплена обігрівальна сорочка або теплоізоляція з нагрівальними елементами [2]. При цьому забезпечений безпосередній контакт нагрівальних елементів з поверхнею металу і в той же час ефективна ізоляція. Система електрообігріву забезпечує лише додатковий нагрів продукту і внаслідок цього працює дуже економічно. Введення гарячого повітря через дверцята преса виключає конденсацію вологи в проблемних зонах робочої камери пресу до входу в охолоджувальну колонку, де використовується контрольоване охолодження.

Висновок. У результаті аналізу причин зниження якості комбікормів, були окремо виділені контамінаційні процеси, які поєднують причини порушення рецептури та біологічного ураження сировини і гранул. Для зниження впливу контамінаційних процесів, удосконалення технології гранулювання, пропонується приділити увагу керованому нагріву та охолодженню об'єкту керування, відповідно до оптимальної перехідної функції, на основі використання технології "теплого щита".

Список використаних джерел.

1. Оптимальные технологические решения гранулирования комбикормов // Хранение и переработка зерна. - 2011. - №10. - С. 40-41
2. Черкасский С. Г. Технология «Теплого щита» при гранулировании комбикормов/ С. Г. Черкасский // Хранение и переработка зерна. - 2010. - №10. - С. 38-39
3. Панин Е. Г., Статистический анализ стабильности качества компонентов комбикормов /Е. Г.Панин//Хранение и переработка зерна - 2010 - № 5. – С.35
4. Лазаревич А.П. Эффективная система кормления животных с элементами технологического обеспечения в экстремальных условиях производства/ А.П. Лазаревич, А.А. Лазаревич. – К.: Аграрная наука, 2004. – 192 с.
5. Ревенко І.І. Умови ефективного використання кормових ресурсів / І.І. Ревенко, Ю.І. Ревенко// Пропозиція, 2000. - №6. – С.100-103.
6. Степук Л.Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении / Л.Я. Степук. – Минск: Урожай, 1986 – 152 с.
7. Системи гарантуючого управління технологічними агрегатами: основи теорії, практика застосування: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05.13.07 [Електронний ресурс] / В.А. Хобін; Одес. нац. політехн. ун-т. - О., 2003. - 38 с.

УДК 621.315.5:621.327

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Ломиш В.В., 10 клас;

Шевченко В.С., 4 курс;

Жарков В.Я., к.т.н.

*Мала академія наук України, Загальноосвітня школа №4,
Таврійський державний агротехнологічний університет**Для керування вуличним освітленням СНП пропонується запатентований нами пристрій з використанням датчика руху і енергозберігаючих ламп.*

219

Постановка проблеми. На сучасному етапі розвитку народного господарства, особливу роль відіграє економія енергії, яка бере участь у формуванні будь-якого корисного цільового ефекту. Розробка системи керування вуличним освітленням сільського населеного пункту (СНП) зменшить електроспоживання, викиди парникових газів (ПГ), а отже направлена проти потепління клімату на Землі. Рациональне використання електроенергії, у даному випадку, на освітлення СНП, - не тільки зменшує викиди ПГ, а й зменшує витрати у бюджеті кожного села та зміцнює економічний стан країни. Ця тема є актуальною і тому, що нашої сільській місцевості необхідно впроваджувати сучасну, енергоекономічну систему керування вуличним освітленням. Отже, тема наукової роботи є досить актуальною, як для мешканців села, так і для країни, і для світового людства загалом.

Аналіз останніх досліджень.

Відома схема управління вуличним освітленням з використанням фотореле, наприклад ФР-2, яка містить джерело живлення, мережу вуличного освітлення, яка приєднана до силової мережі через контакти магнітного пускача, в коло котушки якого ввімкнений замикаючий контакт фотореле [1].

Недоліком названої і подібних схем є нераціональне використання електричної енергії глибокої ночі, коли мешканці СНП переважно сплять.

Мета статті. Теоретично обґрунтувати, розробити та запатентувати енергоекономічну систему керування вуличним освітленням СНП.

Зміст поставлених завдань:

- розробити енергоекономічну систему керування вуличним освітленням СНП;
- вибрати струмове реле для контролю струму в силовій електромережі і датчик руху для ввімкнення автономного освітлення в окремих місцях можливого зосередження мешканців СНП;
- проаналізувати і вибрати необхідну затримку спрацювання контакту датчика руху на час проїзду транспортних засобів в зоні його дії;
- провести патентний пошук, вибрати прототип для винаходу, скласти заявку на винахід і подати її до Держдепартаменту інтелектуальної власності України.

Основні матеріали дослідження. Вуличне освітлення зимою вмикається приблизно о 18 годині і вимикається близько 7 години ранку. Разом з тим, наші спостереження показали, що глибокою ніччю мешканці села по вулицях не ходять, а отже немає потреби освітлювати пусті вулиці в нічний час. Ці спостереження й надихнули нас, з метою економії коштів громади на оплату електроенергії, на розробку енергоекономічної системи автоматичного керування вуличним освітленням сільського населеного пункту (СНП).

Нами були проведені дослідження добових графіків навантаження (ДГН) житлового будинку та ДГН СНП. Вони схожі між собою. Обидва ДГН мають ранковий і вечірній максимуми навантаження [2,3].

Через кожну годину знімалися показники лічильника. Після чого побудували ДГН власного будинку (рис. 1).

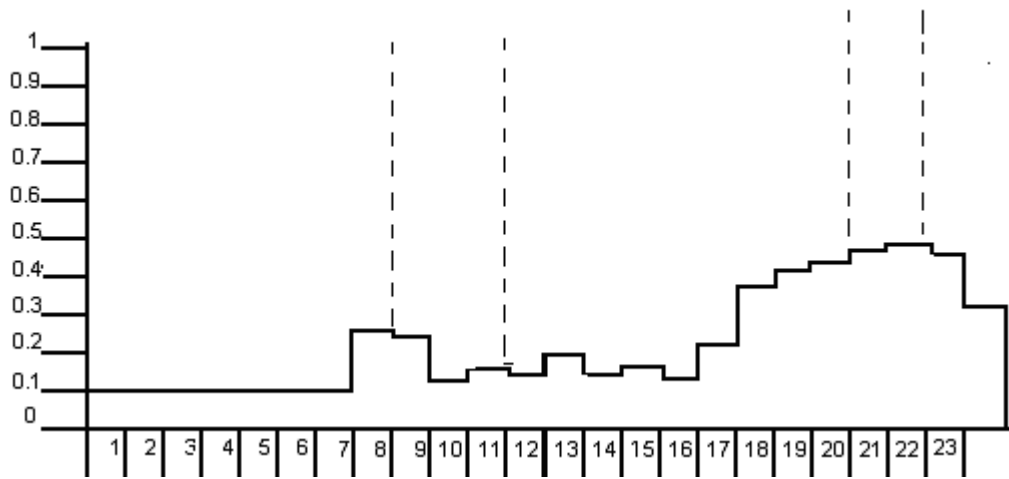


Рисунок 1 – Фактичний ДГН житлового будинку (для зимового дня)

Така ж картина спостерігається у всіх електроспоживачів села (рис.2). Максимальний пік використання електроенергії приблизно припадає зранку (з 7 до 8 годин), та ввечері (з 18 до 20 години). Вночі (інтервал з 23 до 5 год. ранку) електроспоживання мінімальне. Через те, що зранку люди йдуть на роботу, а вночі сплять.

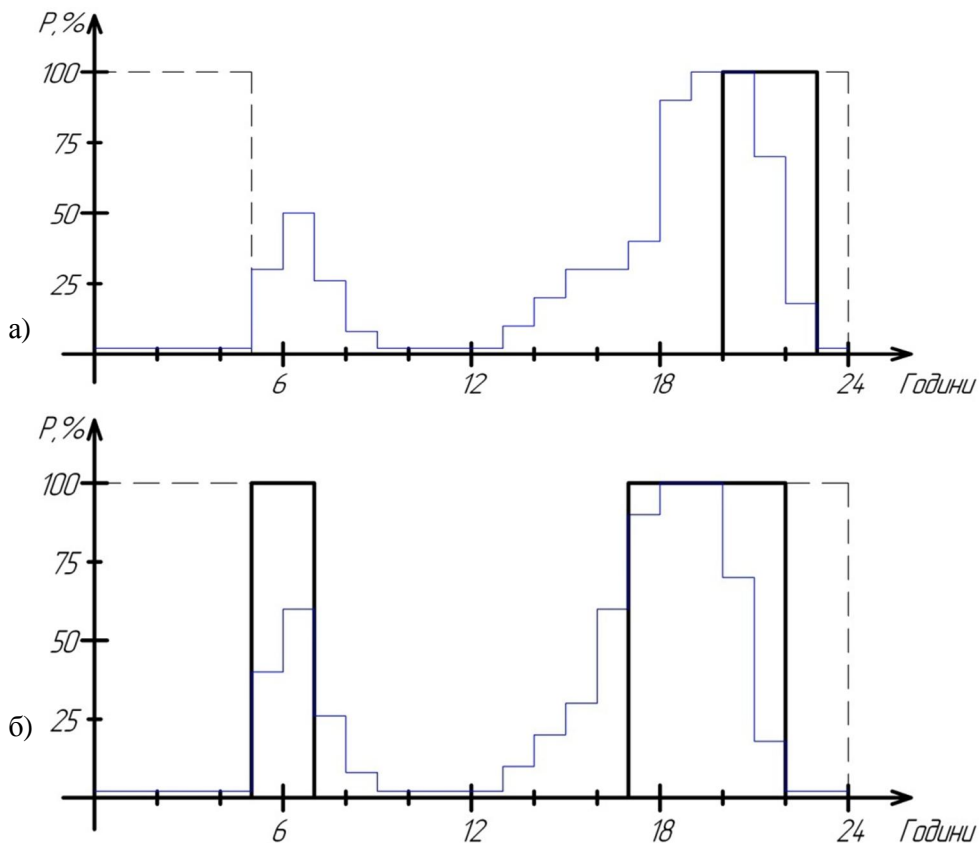


Рисунок 2 – Сумісний ДГН комунально-побутового сектору та вуличного освітлення СНП в літній (а) та зимовий (б) періоди. Умовні позначення: ---- ДГН вуличного освітлення СНП; — ДГН комунально-побутового сектору; — ДГН вуличного освітлення СНП з використанням енергоекономічної схеми.

Пристрій відноситься до області електротехніки і може бути використаний для автоматизації управління об'єктами залежно від освітленості, наявності електричного струму споживачів та появи людей в місцях їх можливого зосередження.

Найбільш близьким аналогом комбінованої системи, що заявляється є електрична схема керування освітленням СНП, що містить джерело живлення, електричну мережу з фа-

зними, нейтральним і фонарним проводами, підвішеними на опорах лінії електропередачі, магнітний пускач, фотореле, струмове реле, котушка якого ввімкнена в один із фазних проводів силової електромережі через трансформатор струму, освітлювальна електромережа приєднана до силової електромережі через силові контакти магнітного пускача, в коло котушки якого послідовно ввімкненні замикаючі контакти фотореле і струмового реле [4].

Недоліком пристрою-прототипу є відсутність освітлення в пізній нічний час при появі людей в місцях їх можливого зосередження, наприклад, на автобусних зупинках.

В основу корисної моделі [5] поставлена задача створення комбінованої електричної системи керування вуличним освітленням сільського населеного пункту шляхом установки автономного світильника і датчика руху на опорі ЛЕП, який своїм замикаючим контактом підключає автономний світильник до одного із фазних проводів силової електромережі.

Поставлена задача досягається тим, що комбінована електрична система керування вуличним освітленням СНП, що містить джерело живлення, електричну мережу з фазними, нейтральним і фонарним проводами, підвішеними на опорах лінії електропередачі, магнітний пускач, фотореле, струмове реле, котушка якого ввімкнена в один із фазних проводів силової електромережі через трансформатор струму, освітлювальна електромережа приєднана до силової електромережі через силові контакти магнітного пускача, в коло котушки якого послідовно ввімкненні замикаючі контакти фотореле і струмового реле, згідно корисної моделі, додатково містить в місці можливого зосередження людей автономний світильник і датчик руху, установлені на опорі лінії електропередачі, автономний світильник приєднаний до одного з фазних проводів силової електромережі через замикаючий контакт датчика руху [5].

Особливість корисної моделі полягає в тому, що в місці можливого зосередження людей на опорі лінії електропередачі додатково установлені автономний світильник і датчика руху, автономний світильник приєднаний до одного з фазних проводів силової мережі через замикаючий контакт датчика руху [5].

Таким чином, запропонована корисна модель реагує не тільки на зміну природної освітленості і споживання електроенергії в лінії, а й на появу людей в місцях їх можливого зосередження в пізній час, наприклад, на автобусних зупинках, що дозволяє використовувати її для автоматизації вуличного освітлення сільських вулиць з метою економії електроенергії і коштів громади на її оплату.

Технічна сутність і принцип роботи запропонованої комбінованої системи пояснюється графічним матеріалом, де на рисунку 1 подана електрична схема комбінованої системи керування вуличним освітленням сільського населеного пункту.

Схема містить джерело живлення 1, силову електромережу 2, електромережу вуличного освітлення 3, приєднану до силової електромережі 2 через послідовно ввімкненні контакти автоматичного вимикача 4 та магнітного пускача 5, фотореле 6, контакти якого 7 ввімкнені в коло котушки 8 магнітного пускача, струмове реле 9, котушка якого 10 ввімкнена в один із фазних проводів силової електромережі 2 через трансформатор струму 11, а контакти струмового реле 12 ввімкнені в коло котушки 8 магнітного пускача послідовно з контактами 7 фотореле 6. На опорі ЛЕП установлені автономний світильник 13 і датчик руху 14 зі своїм замикаючим контактом 15.

Пристрій працює за таким принципом. Від джерела живлення 1, яким виступає трансформатор 10/0,4, обмотки якого з'єднані за схемою зірка з нулем, струм подається в силову електромережу 2, до якої через силові контакти 5 магнітного пускача приєднана освітлювальна електромережа 3. При зменшенні освітленості до $1,3 \pm 1$ лк спрацьовує фотореле 6 і своїм замикаючим контактом 7 вмикає котушку 8 магнітного пускача, силові контакти 5 якого вмикають освітлювальну електромережу 3.

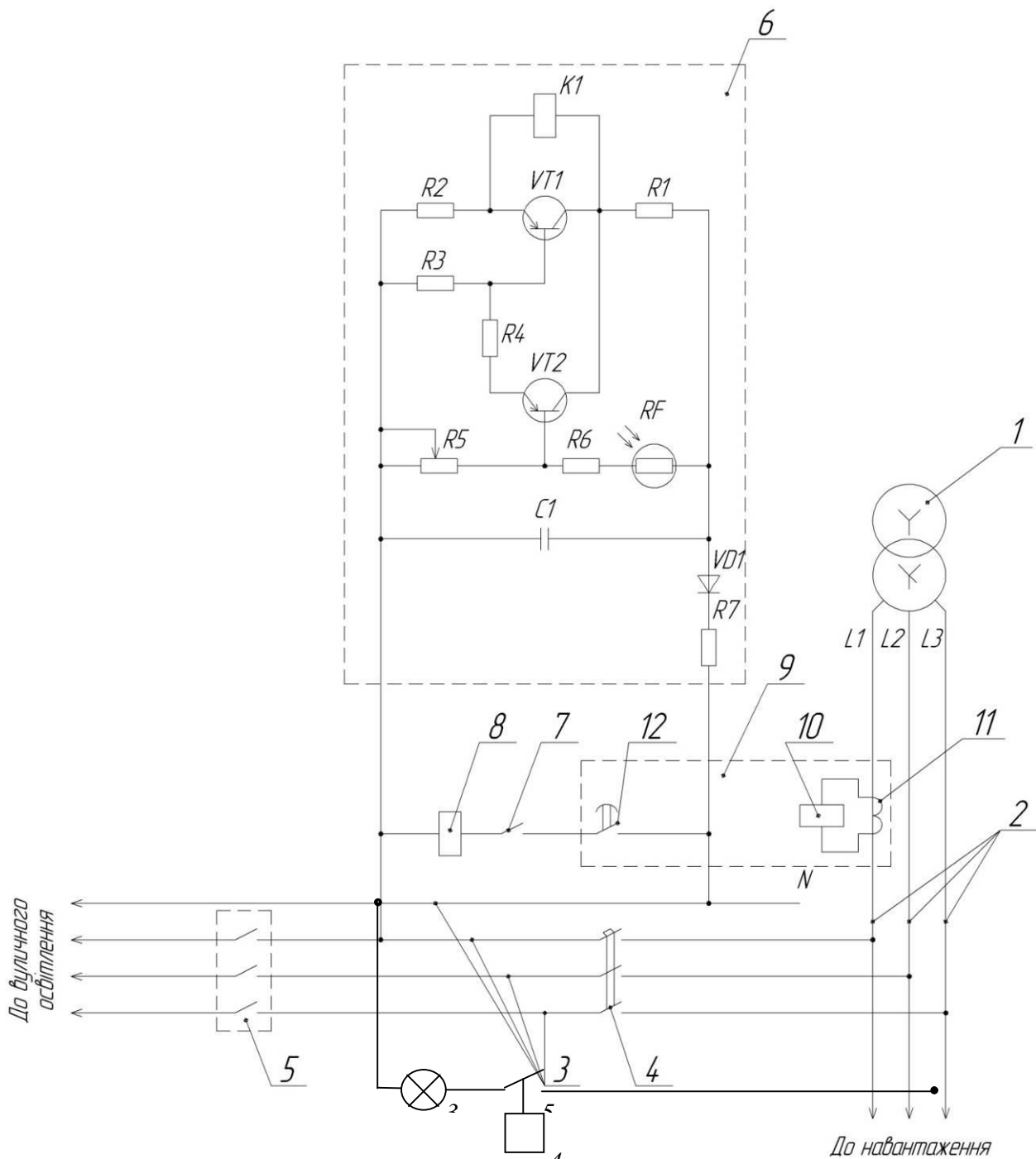


Рисунок 1 – Електрична схема комбінованої системи керування вуличним освітленням сільського населеного пункту

Вранці при ввімкненні перших електроприладів струм в силовій електромережі 2 знову збільшується, спрацьовує струмове реле 9, з витримкою часу замикаються його контакти 12 в колі котушки 8 магнітного пускача, і силові контакти 5 магнітного пускача вмикають електромережу вуличного освітлення 3.

При збільшенні освітленості до 7 ± 2 лк спрацьовує фотореле 6, його контакт 7 в колі котушки 8 магнітного пускача розмикається, і останній своїми силовими контактами 5 вимикає вуличне освітлення.

Отже, нами розроблена комбінована система керування вуличним освітленням СНП, яка реагує не тільки на зміну природної освітленості, а й на споживання електроенергії в електричній мережі. Для цього типова схема керування доповнена струмовим реле в силовій електромережі і датчиком руху. Глибокої ночі, коли мешканці сплять, контакти струмового реле вимикають вуличне освітлення, а рано вранці, коли перші мешканці прокидаються і вмикають свої електроприлади, вмикають. Датчики руху з автономними світильниками,

установленими на опорах ЛЕП в місцях можливого зосередження людей в нічний час, забезпечують незалежне вмикання освітлення при появі людей.

Висновки.

Заміна традиційних ламп розжарення на енергозберігаючі для освітлення СНП дає 80% економії (за рахунок більш високого ККД).

Впровадження запропонованої нами системи за рахунок скорочення тривалості ввімкнення вуличного освітлення дасть 50% економії від звичайної системи автоматичного управління (від 20% -го залишку).

Таким чином економія електроенергії і коштів для бюджету громади СНП становитиме 90%.

Економія 1 кВт-год електроенергії призведе до зменшення спалення палива на ТЕС приблизно на 0,33 кг і відповідно - до зменшення викидів ПГ на 1 кг.

Отже від впровадження запропонованої системи виграє громада, наша держава і світова спільнота.

Список використаних джерел

1. Прищеп Л.Г. Учебник сельского элекрика/ Л.Г. Прищеп. - 3-е изд. доп. и перераб. - М.: Агропромиздат, 1986. - 309 с.
2. Потривай С.Е. Енергоекономічна схема керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ С.Е. Потривай, В.В. Ломиш, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів ТДАТУ.– Мелітополь: ТДАТУ, 2011, - Вип. 10, т.2.- С. 76-77.
3. Потривай С.Е. Енергоекономічна схема керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ С.Е. Потривай, В.В. Ломиш, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ.- 2011.- С.178-180.
4. Патент 63730 Україна, МПК (2011.01) H02B37/02. Електрична схема керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ В.Я. Жарков, В.В. Ломиш, С.Е. Потривай.- Заявл. 23.10.2010; Опубл.25.10.2011.-Бюл.№ 20.
5. Патент Україна по заявці u201200006, МПК (2011.01) H02B37/02. Комбінована електрична система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ В.В. Ломиш, В.Я. Жарков. - Пріоритетна довідка від 03.01.2012.

УДК 628.1

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ НАСОСНИХ СТАНЦІЙ ПРИ ЧАСТОТНОМУ РЕГУЛЮВАННІ ШВИДКОСТІ

Ярошенко Д.О., 3 курс;

Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Проведено аналіз способів керування асинхронними двигунами на насосних станціях та обґрунтовано на отриманих показниках якість вибраного закону керування, як найбільш ефективного та економічного.

224

Постановка проблеми. У сучасному сільському господарстві основними споживачами є електродвигуни (понад 60 %). За рахунок цього до них висувують усе більш жорсткі вимоги, відносно ефективності роботи: рівень втрат енергії, відповідне навантаження, ін.[1]. При цьому, останнім часом найбільш пріоритетне значення, на ряду з оптимальним конструюванням асинхронних двигунів (АД), набувають задачі оптимального моделювання електроприводів змінного струму і визначення ефективних режимів роботи.

Аналіз способів регулювання швидкості обертання приводів показує, що перспективним є частотне регулювання частотою обертання електроприводів за рахунок плавності регулювання швидкості і значного зниження енергоспоживання на основі використання асинхронно-вентильний каскад. Саме використання комп'ютерного математичного моделювання з розробкою моделей різних пристроїв дозволяє провести розрахунки процесів з високою точністю, а також досліджувати електромеханічні властивості перед впровадженням в дію такого способу регулювання [2].

Аналіз останніх досліджень. Використання регульованого електропривода дозволяє скоротити енергоспоживання: pomp – на 25-30 %, компресорів – на 40 %, вентиляторів – на 30 %, центрифуг – на 50 %. З огляду на те, що ці типи механізмів складають більше 50 % використовуваних в сільському господарстві приводів, даний напрям є пріоритетним для економії електроенергії.

Мета статті. Дослідження електромеханічних властивостей АД при частотному регулюванні кутової швидкості, встановлення математичних залежностей, розробка їх на основі методик.

Основні матеріали дослідження. Частотний спосіб керування заснований на законі М.П. Костенко, який встановив, що відносне значення напруги, що діє, необхідно змінювати пропорційно добутку частоти на корінь квадратний з відносного моменту двигуна [3]. Надалі А.А. Булгаковим були встановлені закономірності різних співвідношень між частотою і дійсними значенням напруги: напруга змінювалася пропорційно частоті; ($U_m \approx f_m$); напруга змінювалася так, щоб забезпечити постійність повного або робочого потоку при зміні частоти; управління частотою при номінальній напрузі, ін. Великий внесок у розвиток теорії частотного управління внесли А.С. Сандлер, І.І. Епштейн, які розглянули як статичні, так і динамічні режими роботи АД при живленні від перетворювачів частоти (ПЧ) [4]. Найбільш перспективними напрямками впровадження регульованих електроприводів в сільськогосподарському виробництві є системи водопостачання, тепlopостачання, каналізації, вентиляція будівель.

У роботі проведено моделювання системи автоматичного регулювання швидкості АД в програми MATLAB Simulink для електроприводу насосної установки. Дослідження базувалися на теорії диференціальних рівнянь, на комп'ютерних методах моделювання.

Дослідження проводилися на насосних станціях з приводом потужністю 11,5 кВт і 22,5 кВт. Для регулювання частоти обертання електроприводу насосних установок залежно від тиску води в розбірному трубопроводі застосовували перетворювач частоти типу ПЧРТ-

03-22. Дослідження проводилося на реальній установці на базі водопідйому “Карлівка” Полтавської області.

При вирішенні системи диференціальних рівнянь, які описують роботу системи АД-ПЧ, використовували метод Рунге-Кутта в модифікації Гіра [4]. Регулювання в цій системі, може здійснюватися плавно, в широкому діапазоні, в обидві сторони від природної характеристики, тобто АД, може мати швидкість як більше, так і менше номінальною. При цьому регулювальні характеристики мають високу жорсткість, а АД зберігає велику перевантажувальну здатність.

Висновок. В результаті проведених досліджень встановили, що регулюванні швидкості асинхронного двигуна, з використанням частотного перетворювача, дозволяє не тільки відрегулювати технологічний процес, але і зменшити втрати і заощадити електроенергію від 20 % до 40 %, а також плавно регулювати швидкість обертання електродвигуна від нуля до номінального значення при збереженні максимального моменту на валу, що дало можливість збільшити термін служби і підвищити надійність електроприводів і устаткування, підвищити якість водопостачання за рахунок стабільного тиску в мережі. Слід зазначити, що доцільно використовувати перетворювачі частоти не як елементи системи управління конкретного агрегату, а як комплекс системних рішень з підключенням широкого набору засобів автоматизації технологічного процесу.

Створена комп'ютерна модель дозволяє моделювати роботу системи управління електроприводу насосної станції системи водопостачання. Регулювання швидкості в широких межах із зберіганням достатньої жорсткості характеристик, можливо лише при частотному керуванні, яке дає суттєве зниження аварійності в електроприводу, мережі і насосної установки.

Список використаних джерел.

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов. - 3-е изд., - М.: Высш. шк., 2001.-327 с.
2. Высоцкий В.Е., Зубков Ю.В., Тулупов П.В. Математическое моделирование и оптимальное проектирование вентиляльных электрических машин. - М.: Энергоатомиздат, 2007.
3. Герман-Галкин Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0. - М.: Коронапринт, 2001.-320 с.
4. Герман-Галкин Г., Кардонов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. - СПб.: КОРОНА принт, 2007. -256 с.

УДК. 621.1.016.7

МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТДАТУ

Панасюк М.В., магістрант;

Стручаєв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

*У статті розглянуті питання модернізації системи опалення ТДАТУ
за рахунок встановлення двоконтурної системи.*

Постановка проблеми. Система теплопостачання корпусів ТДАТУ виконано із звичайних сталей, які за рік роботи показали повну непридатність. За цей час було більш 15 аварій. В зв'язку з цим виникла проблема дослідити і вдосконалити систему опалення.

Аналіз останніх досліджень. Існують котельні установки рекуперативного типу та змішуючого. Рекуперативні установки мають переваги в тому, що в якості теплоносія використовується підготовлена вода, але ККД нижчий ніж у установок змішуючого типу. Проте, в останніх димові гази безпосередньо потрапляють у теплоносій що робить його агресивним до елементів мережі. Формула Д.И. Менделєєва для нижчої теплоти згоряння палива

$$Q_H^P = 340C^P + 1025H^P - 109(O^P - S_{II}^P) - 25W^P, \text{кДж/кг}, \quad (1)$$

або

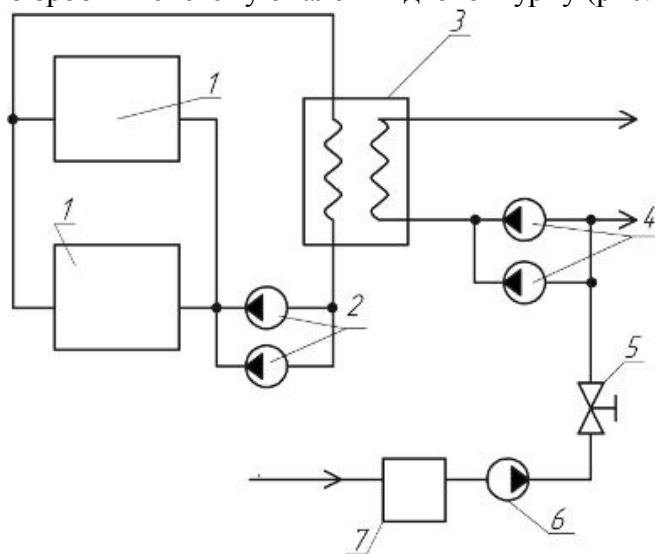
$$Q_H^P = 340C^P + 1250H^P - 109(O^P - S^P) - 25(9H^P + W^P), \text{кДж/кг}, \quad (2)$$

Таким чином вища теплота згоряння палива відрізняється від вищої теплоти згоряння палива величину ентальпії конденсації парів H_2O яка складає близько 2.6 МДж/кг.

Якщо врахувати цю обставину то коефіцієнт корисної дії контактного водонагрівача КВН не перевищує 92%.

Формулювання цілей статті. Задача полягає в тому, щоб розробити конструкцію, яка забезпечує надійну роботу системи опалення без значного зниження ККД.

Основна частина. Аварії в системі теплопостачання відбулися в наслідок того що кислотне середовище котлової води роз'їло лужні відкладення на внутрішній поверхні труб системи опалення а потім і основний матеріал (сталь). Проаналізувавши обставини прийшли до висновку, що необхідно зробити систему опалення двоконтурну (рис. 1).



Рисунку 1 – Схема двоконтурної системи опалення: 1- котли; 2- живильний насос; 3 - водовіддільний теплообмінник; 4- мережевий насос; 5- регулятор підживлення; 6 – підживлюючий насос; 7 – запасний резервуар.

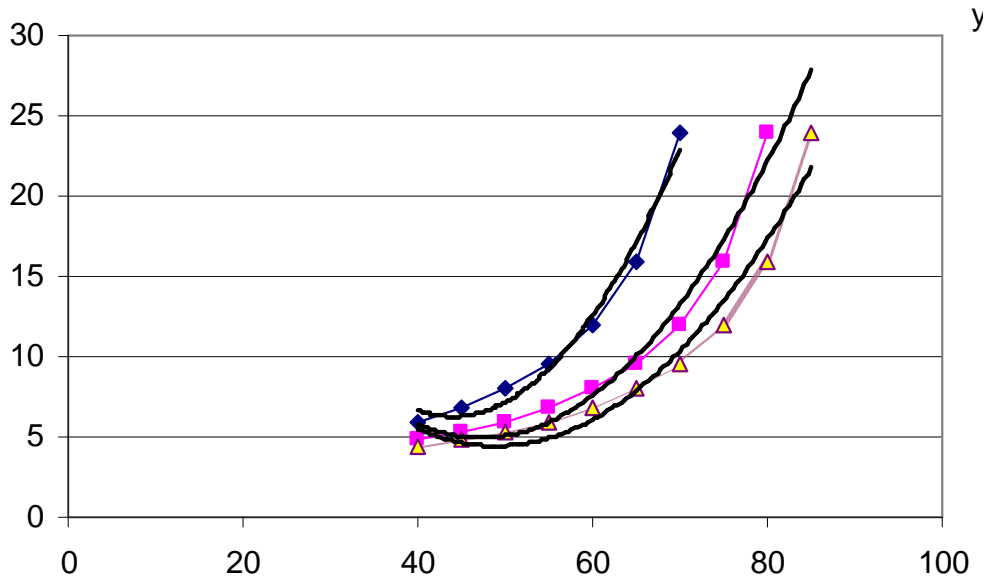


Рисунок 2 – Залежність температури в приміщенні від температури теплоносія.

$$\blacklozenge \Rightarrow Y=0,0133x^2-1,2997x+36,2. \quad (3)$$

Величина достовірності апроксимації R^2 рівна 0,9616.

$$\square \Rightarrow Y=0,016x^2-1,5124x+40,646. \quad (4)$$

Величина достовірності апроксимації R^2 рівна 0,9687.

$$\triangle \Rightarrow Y=0,0244x^2-2,1465x+53,395. \quad (5)$$

Величина достовірності апроксимації R^2 рівна 0,9822.

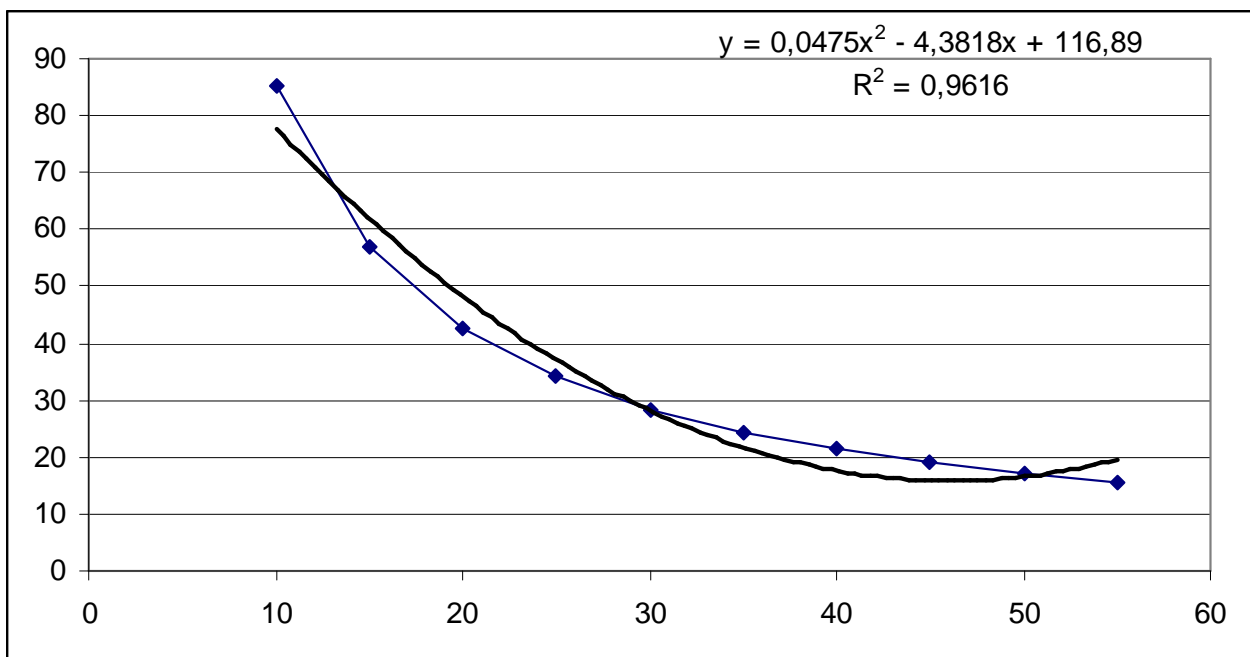


Рисунок 3 - Графік залежності площі поверхні теплообмінного апарата від перепаду температур.

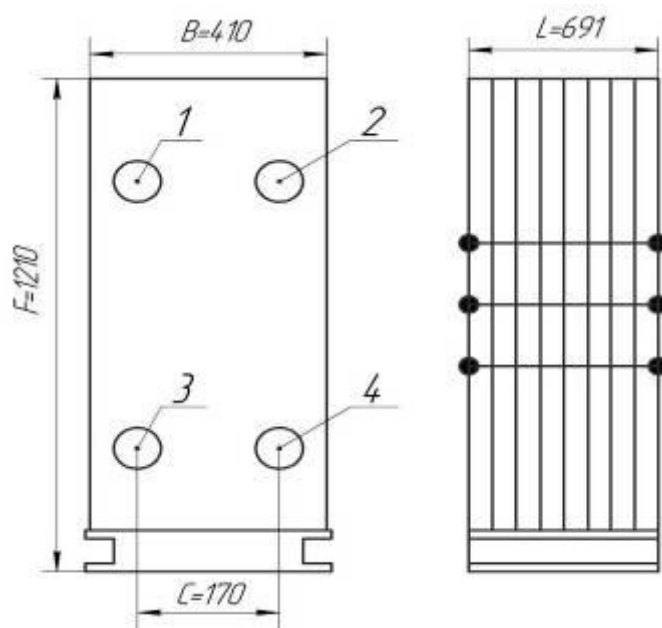


Рисунок 4 – Теплообмінник.

Таблиця 1 - Пластинчасті теплообмінники ТР – технічні характеристики та розміри.

Типорозмір теплообмінника	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	F, мм	L, мм	Вага, кг	Поверхня нагріву пластини, м ²	Розмір фланців (патрубків) D
теплообмінника ТР 1	2,6*n	170	65	235	62	335	A+30	0,2*n+16	0,025	25
теплообмінника ТР 2	3,0*n	260	100	395	198	690	A+40	0,5*n+76	0,06	50
теплообмінника ТР 3	3,6*n	370	150	665	232	1030	A+60	1,3*n+206	0,14	80
теплообмінника ТР 4	3,6*n	410	170	835	283	1210	A+60	1,7*n+256	0,2	100

Вибираємо теплообмінник ТР4 для якого потрібно число пластин в апараті
 $n = F/F_{пл} + 2 = 38,8/0,2 + 2 = 192$ шт.

Висновки. Розраховані параметри теплообмінника для створення двоконтурної системи опалення.

Список використаних джерел

1. Чейлах В.Т. Системы охлаждения низкотемпературных термокамер. Автореф. дис. канд. техн. наук, ОТИХП, 1968. – 24 с.
2. Мартыновский В.С., Мельцер Л.З., Шнайд И.М. Тепловая изоляция, обладающая минимальными эксергетическими потерями.– Известия вузов, Энергетика, № 10, 1966. – С. 37 – 41.
3. Мартыновский В.С., Чейлах В.Т., Шнайд И.М. Термодинамическая эффективность охлаждаемых экранов в вакуумной низкотемпературной изоляции. – Известия АН СССР, Энергетика и транспорт, № 2, 1971.– С. 79 – 88.

УДК 631.362

МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ МЕТАЛОШУКАЧІВ У ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АПК**Колеснікова О.О., 3 курс;****Кашкар'юв А.О., інженер.***Таврійський державний агротехнологічний університет**У статті наведено різні схеми металошукачів, їх порівняння та пропозиції щодо використання у автоматизованих технологічних лініях.*

229

Постановка проблеми. Надійне постачання країни продовольством і сільськогосподарською сировиною є найважливішим завданням аграрної політики уряду та регіональних структур управління в сучасних умовах. Основною вимогою при цьому пред'являється до якості отримуваної сільськогосподарської продукції. Виробництво якісної продукції зумовлює забезпечення переробних галузей АПК технологічними машинами та обладнанням. Одними з основних продуктів харчування є мука і крупа, на виробництво яких витрачається щорічно близько четвертої частини всього валового збору зерна.

На всіх етапах технологічного процесу переробки зерна або компонентів комбікорму велике значення надають операціями очищення від різних домішок. У число таких домішок, забруднюючих зерно та продукти його переробки, входять металоманітних домішки. Розміри і форми домішок різноманітні: від дрібних пилинок до шматків, за розмірами, набагато перевершує зерно. В одних випадках це можуть бути частинки, що з'являються в результаті зношування робочих органів машин, інших - потрапили в зерно металеві предмети і фрагменти деталей машин, частки шлаку, залізної руди і окалини [8].

Засмічення зерна та продуктів його переробки металоманітних домішок призводять до прискореного зносу технологічного обладнання, виникненню пожеж і вибухів пилу, наприклад, коли виникає при попаданні шматочка металу в робочий простір таких машин, як молоткова дробарка або вальцювий верстат.

У зв'язку з цим на елеваторах, борошномельних, круп'яних і комбікормових підприємствах видалення металоманітних домішок із сипучих продуктів за допомогою електромагнітної сепарації є одним з найважливіших заходів, що сприяють підвищенню якості даної суміші та ступеня безпеки процесу переробки, захисту борошномельного, дробильного та іншого обладнання від поломок через попадання в вихідний продукт феромагнітних включень.

Тому, на виробничо-технологічних лініях перед кожною групою дробильних і подрібнюючих машин, а також на контролі якості готової продукції встановлюють машини для очищення її від металоманітних домішок.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день для вилучення металевих тіл з сипучих речовин у промисловості застосовують такі багатоцільові системи як магнітний сепаратор. Він призначений для відділення магнітних домішок від немагнітних [8, 9].

Плоскі магнітні сепаратори застосовуються для очищення сипучих матеріалів при їх транспортуванні по конвеєру. Вони виготовляються на основі постійних магнітних матеріалів (альніко, ферити, керамічні магніти, а останнім часом - спечені постійні магніти неодим-залізо-бор).

Магнітні висувні решітки видаляють чужорідний метал з порошків або легкосипких матеріалів: цукру, спецій, зерна, інших харчових продуктів, різних пластиків, хімікатів і т.д. Вони легко встановлюються в систему прямокутних або круглих труб для ефективного видалення феромагнітних домішок з легкосипких матеріалів.

Решітки для магнітних сепараторів виготовляються з м'якої сталі і являють собою металеву прямокутну рамку зі вставленими магнітними стержнями [9]. Раніше постійні магніти

виготовлялися на основі альніко , феритів або кераміки , проте останнім часом все частіше використовуються спечені магніти NdFeB

Але магніти не притягують латунь, алюміній, мідь і нержавіючу сталь! Внаслідок чого в цій роботі ми хочемо запропонувати модель установки на основі металошукача.

Мета статті. Аналіз відомих способів і установок ідентифікації металевих домішок у сипучому продукті. Визначення подальших напрямків досліджень, які стосуватимуться використання металошукачів у технологічних лініях виробництва та переробки продукції сільського господарства.

Основний матеріал досліджень. Металошукач-вкрай цікавий, а головне - неймовірно багатоцільовий пристрій. Сфера застосування металошукачів величезна, проте в більшості своїй ці прилади асоціюються все ж з пошуком скарбів [7]. Не дивно - напевно чи щось ще може зрівнятися з радістю від першої знахідки, будь це чиїсь годинник або старовинна монета. Чи потрібно говорити, що іноді така знахідка може багаторазово окупити вартість самого металошукача?

У 20-і роки в США були розроблені прилади, які виявляють інструменти і готові вироби, що виносяться робітниками з заводів [7]. Прилади називалися металодетекторами (metaldetector дослівно - металовиявник). Металодетекторами або, по-російськи, "металошукачами" зацікавилися військові. Під час Другої світової війни швидко розвивалася техніка виявлення металів, і було розроблено спеціальне обладнання для пошуку мін. Після війни воно дешево розпродавалося в США, і багато людей швидко оцінили можливості міношукачів при пошуку заритих скарбів і золотих самородків.

Повоєнні металошукачі працювали на вакуумних лампах, були громіздкі і споживали багато енергії. Лише в середині 60-х років були створені малогабаритні, стабільні і чутливі прилади, які могли розрізняти метали і дозволяли відстронятися від впливу навколишнього середовища

Види металошукачів і металодетекторів: ґрунтові, підводні, промислові (вбудовані в конвеєр або транспортувальні стрічку для визначення металу у потоці матеріалу), спеціалізовані (пошук окремих металів), охоронні, військові [7].

З кожним роком розширюється область використання металошукачів в самих різних сферах: військова справа, охоронні структури і криміналістика, підприємства з виробництва харчових продуктів, будівництво, сміттєпереробні підприємства, археологія [1-7].

Відповідно до призначення і кругом вирішуваних завдань прилади поділяються на: для початківців, універсальні, комп'ютеризовані, глибинні, підводні.

В залежності від складності та функціональних можливостей металошукачі можна умовно розділити на прості, напівпрофесійні і професійні. Оцінюючи параметри сигналу, який формується і обробляється в конкретному пристрої, металошукачі умовно поділяються на прилади, що працюють з безперервним (аналоговим) сигналом в резонансному або частотному режимі, а також на прилади, що використовують імпульсний сигнал з подальшою оцінкою зміни його параметрів у часі. В окремі категорії можна виділити різні магнітометри, а також пристрої спеціального призначення. В деяких джерелах можна зустріти класифікацію металодетекторів, що проводиться на основі оцінки діапазону частот, в якому працює цей пристрій [8].

Основним чутливому елементом у всіх металошукачі є підсилювач (рис. 1), випромінююча і приймальня котушка (рис. 2) [4, 6].

Котушка L1 служить основним чутливим елементом металошукача. Котушка L1 являє собою прямокутну рамку розмірами 175×230 мм, що складається з 32 витків дроту ПЕВ-2 0.35 (підійде провід ПЕЛШО 0.37).

У двох паперових циліндричних каркасах 6 розміщені відрізки стрижня діаметром 7 мм з фериту 400НН або 600НН: один (1) довжиною 20 ... 22 мм, закріплений постійно, інший (2) - 35 ... 40мм (рухливий - для підстроювання котушки) . Каркаси обгорнуті паперовою стрічкою 3, поверх якої намотана котушка L2 (5) -55 витків дроту ПЕЛШО (можна ПЕВ-1 або ПЕВ-2) діаметром 0,2 мм.

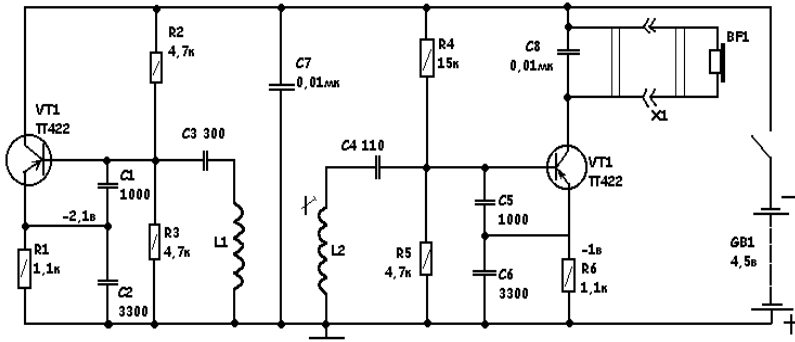


Рис 1 Принципова схема металошукача на транзисторах

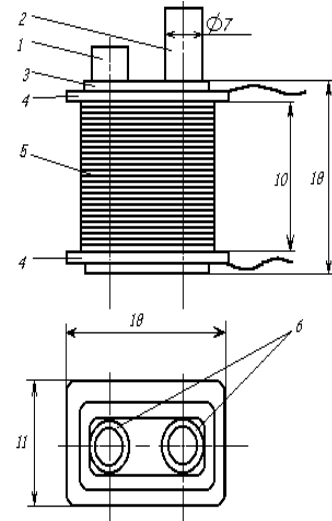


Рис 2 Конструкція котушки

У порівнянні з іншими відомими методами, мостовий (реєструється розбаланс вимірювального моста, в одне з плечей якого включена пошукова котушка), зсуву фаз (вимірюється фазовий зсув коливань зразкового і перебудовується генераторів), передавач-приймач (реєструється перевипромінює предметом РЧ енер) - метод порівняння значень частоти (іншими словами, метод биття) менш ефективний, однак більш простий в реалізації [4, 6]. Побудовані з його використанням металошукачі компактні, не вимагають ретельної настройки і заходів щодо жорсткої стабілізації частоти, невибагливі в експлуатації, завдяки чому і отримали широке поширення.

Металошукач за принципом "передача – прийом" (рис. 3, рис. 4) призначений для "дальнього" пошуку порівняно великих предметів [3]. Він зібраний за найпростішою схемою без дискримінатора за типами металів. Прилад нескладний у виготовленні.

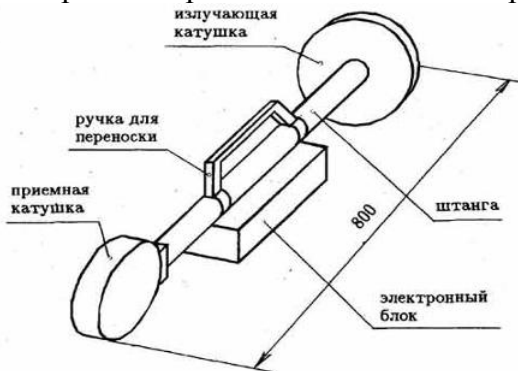


Рисунок 3 - Конструкція металошукача за принципом "передача-прийом". Загальний вид.

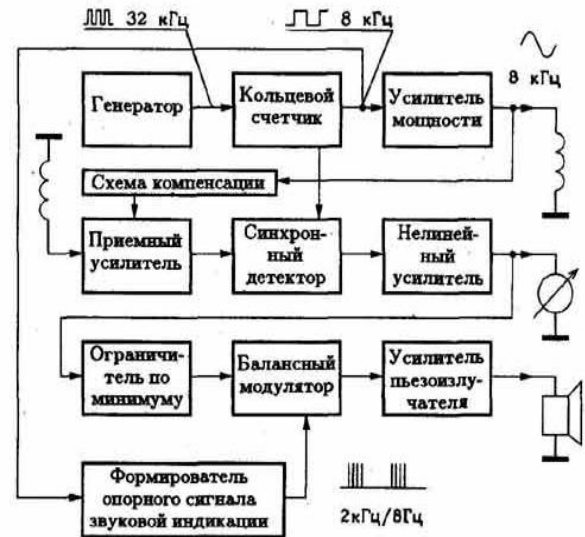


Рисунок 4 – Структурна схема металошукача за принципом "передача-прийом".

В основі їх лежать дві котушки індуктивності - приймальна і передавальна, розташовані так, щоб сигнал, випромінюваний передавальною котушкою, не просочувався в приймальну котушку. Коли поблизу приладу з'являється металевий предмет, то сигнал передавальної котушки передається їм у всіх напрямках і потрапляє в приймальну котушку, посилюється і подається на блок індикації. Переваги: відносно проста схемотехніка, широкі можливості для визначення типу виявленого об'єкта. Недоліки: складність виготовлення датчика, вплив мінералізації ґрунту.

Металошукач на биттях (рис. 5) призначено для "ближнього" пошуку предметів. Він зібраний за найпростішою схемою [2]. Прилад компактний і нескладний у виготовленні.

Такі прилади мають ряд недоліків. Перший - це наявність паразитної взаємної синхронізації обох генераторів. Це призводить до того, що виявляється неможливим оцінити дуже малу різницю частот і як наслідок-суттєво знижується чутливість приладу. Другий недолік - це відсутність селекції за типами металів. Феромагнітні об'єкти викликають зниження частоти, а металеві неферомагнітних - підвищення частоти вимірювального генератора. Однак після змішувача в ВРО металошукачі інформація про знак відходу частоти втрачається. Переваги: простота конструкції датчика.

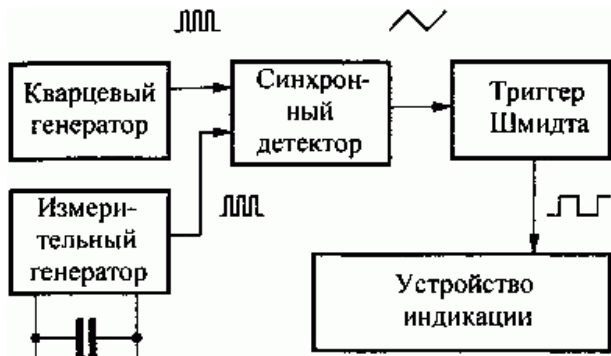


Рисунок 5 - Структурна схема металошукача на биттях, принципова схема

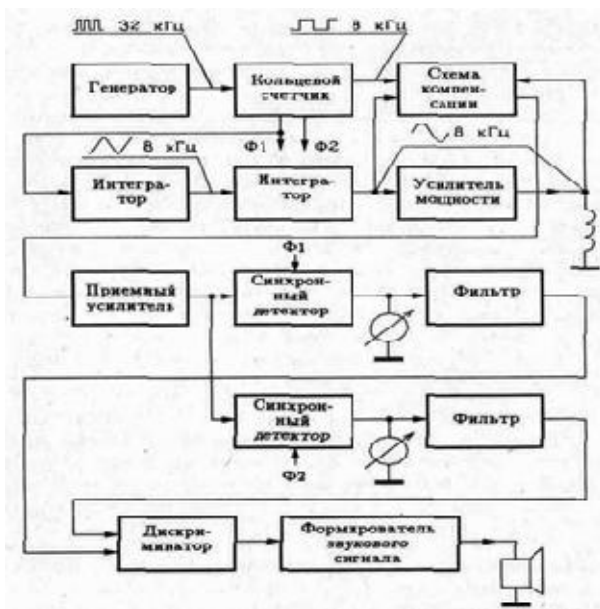


Рис.6 Структурна схема

Металошукач за принципом частотоміра - один з найпростіших - це прилад, що працює за принципом "зриву резонансу" [6]. Такий металошукач можна порекомендувати як прилад початкового рівня. Його можна використовувати для пляжного пошуку, навчання металодетекції, в якості іграшки і т.д.

Принцип дії цього приладу заснований на використанні частотного детектора на основі коливального контуру. Коливальний контур частотного детектора має резонансну частоту, близьку до частоти пошукового генератора. Зміна частоти генератора призводить до зміни амплітуди сигналу на контурі, що фіксується допомогою індикатора, наприклад стрілочного приладу. Такі прилади не знайшли широкого застосування.

Кожному світлодіоду відповідає свій тон звукової індикації. Після нетривалої роботи з металошукачем запам'ятовуються "наспиви", характерні для різних типів мішеней. Це дозволяє при пошуках користуватися переважно звуковою індикацією, що досить зручно. Переваги: простота конструкції датчика, проста схемотехніка.

Недоліки: гірші можливості дискримінації виявлених об'єктів, мала чутливість, необхідність забезпечення стабільної амплітуди сигналу на виході генератора, а також необхідність підстроювання резонансної частоти контуру через вплив дестабілізуючих факторів як на контур пошукового генератора, так і на контур частотного детектора.

Однокатушечний індукційний металошукач є універсальним (рис. 6) [4]. Його датчик простий за конструкцією і може бути виготовлений діаметром 0,1-1 (м). Приблизно пропорційно діаметру буде змінюватися розмір виявляються об'єктів і відстань, на якому металошукач ці об'єкти виявляє. Прилад забезпечений найпростішим дискримінатором, який дозволяє відфільтрувати сигнали від невеликих залізних предметів, якщо останні не представляють інтересу для пошуку.

Імпульсний металошукач [5]. Призначено для пошуку металевих об'єктів у ґрунті, піску, стінах, густій траві і т.д. Каспер заснований на порушенні в металевому об'єкті імпульсних вихрових струмів і вимірі вторинного електромагнітного поля, яке наводять ці струми. Потім прилад аналізує цей сигнал і виробляє індикацію виявленого об'єкта. Переваги: нечус-

твітельність до мінералізованої ґрунту, простота конструкції датчика. Недоліки: підвищене споживання енергії, слабкі можливості дискримінації.

Порівняння характеристик металошукачів та металодетекторів (табл.1) дозволяє виокремити за своєю простотою реалізації та параметрам принцип "передача/прийом" та на биттях, які і будуть використовуватись у подальшому.

Таблиця 1 – Порівняння принципів роботи металошукачів та метало детекторів

Спосіб	Максимальна глибина виявлення об'єктів (по повітрю), м		
	діаметр 25 мм	діаметр 200 мм	більше 200 мм
На основі індукційної котушки	0,15	0,4	0,6
Мостовий принцип	0,06	0,4	0,6
"Передача – прийом"	0,5	1	1,5
Металошукач на биттях	0,05	0,1	< 0,2
Принцип частотоміра (Ø 190 мм)	0,11	0,17	< 0,4
Однокатушечний індукційний (Ø180 мм)	0,15	0,4	< 0,6
Імпульсний металошукач	0,3	0,6	< 1,6

Висновок. Застосування металошукачів у технологічних лініях у сукупності з електромагнітами дозволить збільшити відстань між активними елементами магніту та забезпечити контрольовану подачу імпульсу при проходженні магнітних домішок. Можна пропонувати відокремлювати потік матеріалу, який може містити не магнітні металеві домішки, для подальшого його очищення.

Датчики просторового положення рухомих металевих частин технологічного обладнання: транспортери, норії, положення перекидних засувки, наявність та положення транспортних засобів, лічильники штучної та потокової продукції. Стандартні не складні способи виконання ідентифікують крупні об'єкти на відстані до 1,5 м.

Список використаних джерел.

1. Імпульсні металошукачі Кощей-5И и Кощей-5ИМ [Електронний ресурс] . – Режим доступу: <http://www.metdet.ru/PI.htm>
2. Матеріал «Металошукачі на биттях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://izmer-ls.ru/met/met_bi.html
3. Металошукач за принципом "передача – прийом" [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://radio-hobby.org/news/article.php?storyid=451>
4. Однокатушечний індукційний металошукач [Електронний ресурс] // Сайт «Паяльник» – Режим доступу: <http://cxem.net/metal/Part6/6-3.php>
5. Принцип дії металошукачів [Електронний ресурс] // Нумізматика Білорусії . – Режим доступу: <http://www.belnumismat.na.by/belnummetd.htm>
6. Принцип дії металошукачів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://radiostorage.net/>
7. Щедрин А.И. Новые металлоискатели для поиска кладов и реликвий 3-е изд. - М.: Горячая линия - Телеком, 2007. - 144 с.
8. Чарыков В.И. Электромагнитный сепаратор УСС-1 / В.И.Чарыков, В.С.Зуев, В.Д.Романова, С.А.Соколов // Техническая документация. - Курган: КГСХА, 1989. - 64 с.
9. Які існують види магнітів [Електронний ресурс] // Магнітопласти та магнітні системи. – Режим доступу: http://www.valtar.ru/Magnets4/mag_4_04.htm

УДК 631.362.7

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЗЕРНОСУШИЛЬНИМ АГРЕГАТОМ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНИХ МОДЕЛЕЙ

Шейко Д.А., 3 курс;

Гузенко В.В., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка
Досліджені системи керування електроприводами зерносушильним агрегатом, та проаналі-
зовані методики дослідження, що в сукупності покращує якість роботи технологічного
процесу по переробці зернових.

234

Постановка проблеми. В сучасному сільському господарстві пріоритетним напрямком є розвиток зерносушильного електротехнічного комплексу [1]. Як відомо, серед різноманітних електромеханічних систем, які використовують в технологічному процесі, широко розповсюдження отримали багатодвигунні системи. При цьому, як до основного силового споживачу, який споживає 70% всієї електроенергії яка вироблюється, з кожним роком висувають все більш жорсткі вимоги зі сторони керування, що забезпечить економічність та продуктивність виходу продукції.

Аналіз останніх досліджень. Зерно, яке поступає від комбайнів має високу вологість, інтенсивність якій визиває порчу під впливом мікроорганізмів. Як показує дослідження на основі сучасної науково-технічної літератури, що існує багато методів сушки і способів керування. Системи керування мають, як переваги так і недоліки [2]. Відомо, що в залежності від технологічних процесів двигуни великої потужності повинні вмикатись враховуючи пускові властивості. Цим питанням, в роботах багатьох авторів, приділена велика увага. Але в цих роботах не були враховані моделі з розрахунками пускових характеристик на комп'ютерах [3].

Мета статті. Дослідження систем керування технологічним процесом зерносушильного агрегату на основі програмованих мікроконтролерів з використанням комп'ютерних моделей для умов неякісного живлення в пакеті Matlab.

Основні матеріали дослідження. На кафедрі АЕМС (ХНТУСГ) була розроблена програма керування технологічним процесом зерносушильним агрегатом (рис.1) на основі програмованих мікроконтролерів (рис.2). Це дозволяє, детально дослідити експлуатаційні режими, провести перехід від аналогових систем керування на основі релейно-контактної апаратури, яка має ряд недоліків, на більш сучасні системи.

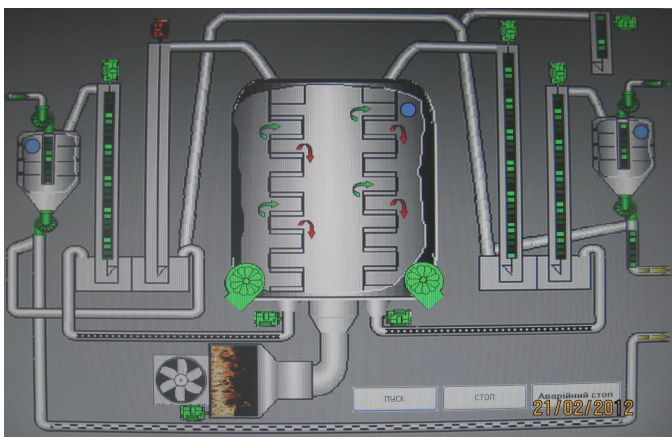


Рисунок 1 – Робочий стіл керування технологічним процесом.



Рисунок 2 – Програмовані мікроконтролери.

Ця система дозволяє в реальному часі проводити контроль за станом виконуючих операцій. Вона забезпечує запуск та зупинку двигунів згідно вимог технологічного процесу, так що б продукт не залишався на потоковій лінії [4].

Для цих електромеханічних систем в програмі комп'ютерного моделювання зложені моделі (рис.3), які дозволяють, використовуючи отримані дані, скоригувати параметри силових установок. А також, дозволяє на передпроектній стадії оцінити протікаючі в них процеси при умовах неякісного живлення.

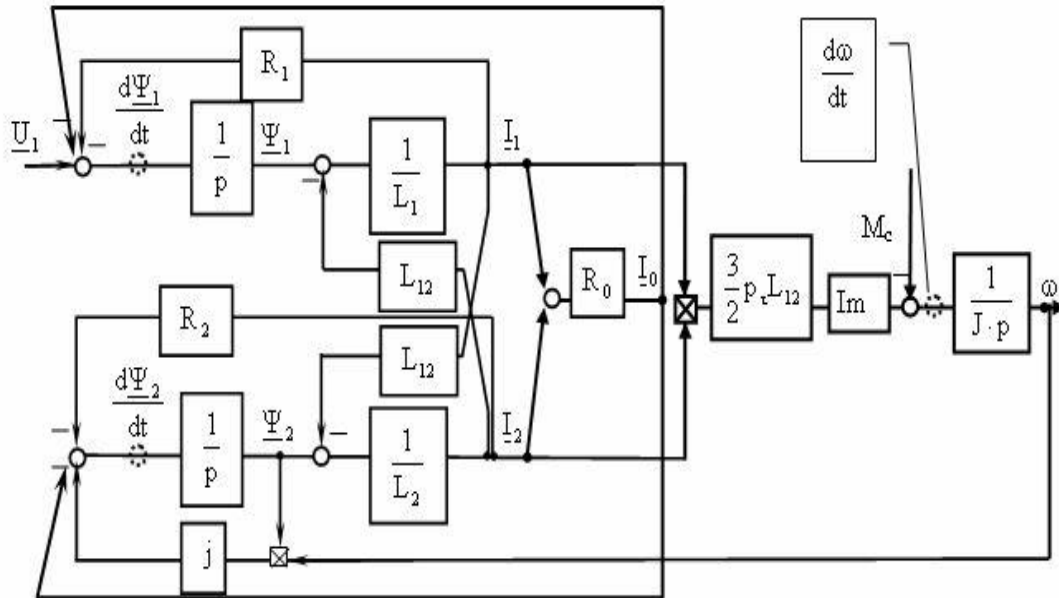
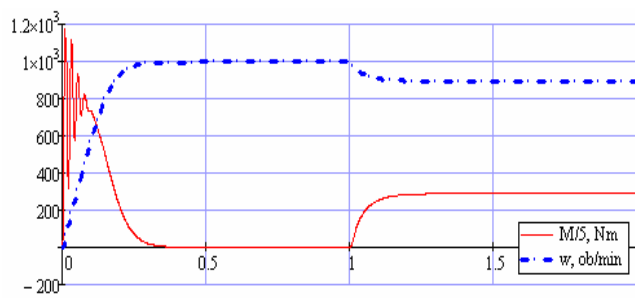
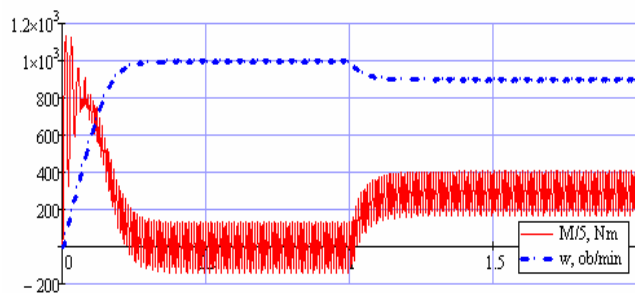


Рисунок 3 – Модель асинхронного двигуна для неякісного живлення.

Для програми Matlab складена структурна схема АД як об'єкту моделювання. Та отримані графіки перехідних процесів: залежності моменту та швидкості від часу при пуску та набросі навантаження при ідеальній (а) та несиметричній не синусоїдальній (б) напрузі (рис3).



а)



б)

Рисунок 3 – Залежності моменту та швидкості від часу.

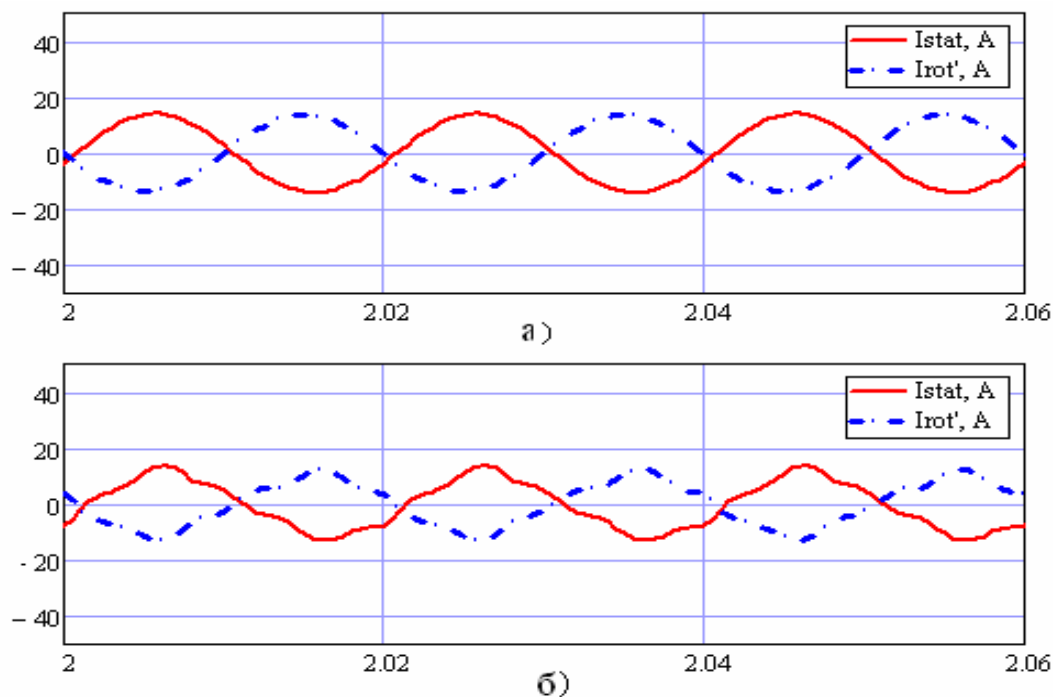


Рисунок 4 – Стуми статору при ідеальному (а) та неякісному (б) живленні в усталених режимах.

Із графіків видно, що неякісне живлення впливає на мережу живлення та на інші споживачі. При цьому ставиться задача, дослідивши ці процеси в технологічній переробці зерна, прийняти необхідні міри.

Висновок. Як показує дослідження, важним етапом по зменшенні втрат урожаю є пілльазбиральна обробка зерна з системою керування на основі сучасних технологічних процесів з використанням мікроконтролерів та моделювання перехідних процесів для підвищення енергетичних показників електромеханічних систем. Розроблена система керування та складена модель АД, яка дозволяє проаналізувати статичні та динамічні процеси в технологічному процесі зерносушильного агрегату при несинусоїдальному та несиметричному живленні статору.

Список використаних джерел.

1. Дьяков А.Ф., Овчаренко Н.И. Микропроцессорная релейная защита и автоматика электроэнергетических систем. – М.: Энергоиздат, 2002. – 385с.
2. Братерский Ф.Д., Карabanов С.А. Технология хранения и переработке зерна. М.: АНО «Издательство МСХА», 2002. – 302с.
3. Анискин В.И., Верцман И.И., Ерkinбаева Р.К., Окунь Т.С. Оптимизация режимов сушки зерна в слое с использованием ПЭВМ. Научно-техн. бюллетень ВИМ вып. 89., -М., 1994.
4. Варжапетян А.Г., Глуценко В.В. Системы управления. М.: Вузовская книга, 2000. - 328 с.
5. Харин Ю.С. и др. Основы имитационного и статистического моделирования. Минск: Дизайн ПРО, 1997. - 287 с.

УДК 621.34:677.862.513

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ЛІНІЇ ПРОСОЧУВАННЯ ТКАНИНИ

Кардаш Д.О., 3 курс;
Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка
В статті розглянуто роботу лінії просочування тканини, проведено аналіз існуючих технічних рішень, щодо вирішення оптимізації приводу просочування, сушіння та закатки просоченої тканини та обґрунтовано використання частотно-регульованого електроприводу з векторним керуванням.

237

Постановка задачі і аналіз останніх досліджень і публікацій. В промисловості широко застосовуються лінії просочування тканини спеціальними хімічними складовими. Просочені тканини в подальшому являються основою для виготовлення різноманітних виробів, що можуть бути використані в сільськогосподарському виробництві [1]. Технологічна лінія просочування тканини з механічними методами встановлення швидкості та натягу показана на рис.1. Тканина, що оброблюється, 1 на початку технологічного процесу, знаходячись в пристрої 2 що розмотує, приводиться в рух віджимними валками 3 і провисаючою частиною проходить крізь ванну з просочуючим розчином. Далі тканина поступає в сушильну камеру 4, витягується натяжним механізмом 5 та подається в пристрій, що замотує, 6.

Для різних типів тканини потребується взаємозв'язане поєднання технологічних параметрів: швидкість руху тканини, натяг присушування, натяг закутування. Механічні методи встановлення швидкості та натягу дозволяють виконувати налаштування тільки на декілька дискретних значень [2].

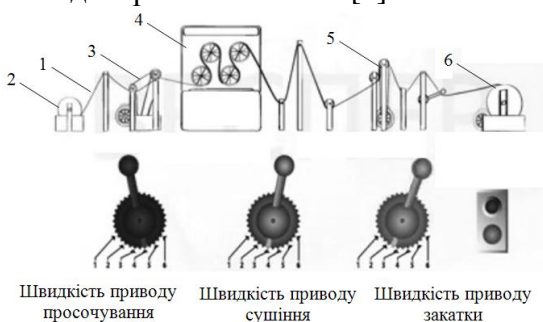


Рисунок 1 – Технологічна лінія просочування тканини з механічними методами встановлення швидкості та натягу

Це потребує значних зусиль на наладку технологічної лінії, не гарантує точного встановлення всіх параметрів та постійного контролю за технологічною лінією оператором або слідкуючим пристроєм (рис.2). І як наслідок, погіршення рівномірності просочування, утворення хвилястості та затискань, і при деяких умовах може призвести до розриву тканини, що оброблюється.

Для приводу технологічної лінії використовуються асинхронні електродвигуни з короткозамкненим або фазним ротором, що працюють в нерегульованому режимі [2]. Таке технічне

рішення призводить до різких ривків в початковий момент запуску технологічної лінії просочування тканини, що в свою чергу, погіршує якість просочування, а в деяких випадках і до розриву тканини.



Рисунок 2 – Графіки залежності натягу при сушці, швидкості та натягу закатки у часі.

В деяких випадках для в якості приводу використовуються двигуни постійного струму з незалежним чи послідовним збудженням. Використання даного рішення в технологічному випадку є більш оптимальним, ніж використання асинхронних електродвигунів. Тому що ви-

користання двигунів постійного струму мають практично лінійні механічні та регульовальні характеристики, простота регулювання частоти обертання в широких межах, великий пусковий момент, компактні розміри. Це дозволяє плавно регулювати частоту обертання валу електродвигуна і відповідно відмовитись від варіанту з механічними методами встановлення швидкості та натягу. Але ці двигуни мають значні недоліки, такі як: значні витрати на профілактичне обслуговування колекторно-щіткових вузлів; обмежений термін служби із-за зносу колектора; висока вартість в порівнянні з асинхронними електродвигунами [3].

Мета дослідження. Визначення шляхів модернізації лінії просочування тканини, зниження собівартості та підвищення якості отриманої продукції лінії просочування тканини на основі використання частотно-регульованого електроприводу.

Основні матеріали досліджень. Найбільш оптимальним вирішенням даної проблеми є використання частотних перетворювачів (ПЧ), що підключаються через спільний пульт керування в електричні ланки всіх електроприводів лінії просочування (рис.3).

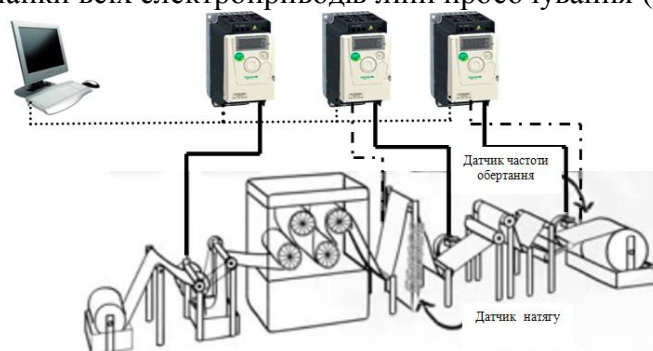


Рисунок 3 – Технологічна лінія просочування тканини з частотно-регульованим електроприводом.

Також, в лінії встановлюються датчики натягу та імпульсний датчик обертання. В ході проведеного аналізу існуючого широкого спектру типів та видів частотних перетворювачів найбільш оптимальним для вирішення даного технологічного завдання є застосування ПЧ фірми Schneider Electric з налаштуванням на векторне керування вихідної частотою обертання валу асинхронного електродвигуна [4]. Сигнали від датчиків надходять до ПК, і таким чином, в лінії підтримується оптимальне взаємозв'язане поєднання технологічних параметрів.

Висновки. Таким чином, застосування перетворювача частоти фірми Schneider Electric з налаштуванням на векторне керування та відповідними пристроями автоматики (імпульсний датчик швидкості обертання та датчик натягу тканини) дозволяє плавно регулювати частоту обертання валу електродвигуна і відповідно відмовитись від варіанту з механічними методами встановлення швидкості та натягу та дозволяє використовувати відносно дешеві та значно прості в експлуатації асинхронні електродвигуни. Це забезпечує рівномірну якість просочування різноманітних типів тканини, рівномірне намотування в рулони без хвилястості та затискань, спрощує технічну експлуатацію та знижує затрати на ремонт і наладку та розширює асортимент тканини, що оброблюється.

Список використаних джерел.

1. Гаврилюк І.А., Хандола Ю.М. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів і потокових ліній. - К.: «Вища школа», 284 с.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода – М.: Энергоиздат, 1991. – 576 с.
3. Эпштейн И.И. Автоматизированный электропривод переменного тока. -М.: Энергоатомиздат, 1982. -192 с.
4. Попов А.Н., Васильев С.А. Об основах векторного управления асинхронным двигателем. // Приборы и системы: Упр. контроль, диагност. 2002, № 7, с. 23-27.

УДК 631. 381

РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ РУХУ ПЕРЕСУВНИХ ОПРОМІНЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК**Гонтаренко М.В., 5 курс;****Ільчов І.П., к.т.н.***Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка**В статті розглянуті питання підвищення ефективності ультрафіолетового опромінювання за рахунок обліку змінювання світловіддачі ламп при їх експлуатації.*

239

Постановка проблеми. Підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин за рахунок застосування ультрафіолетового опромінювання (УФ).

Аналіз останніх досліджень. Резерви підвищення продуктивності сільськогосподарських тварин базується не тільки на оптимальних раціонах годівлі, а й на додержанні оптимальних параметрів мікроклімату.

Одним із складових параметрів мікроклімату є УФ опромінювання. Для УФ опромінювання сільськогосподарських тварин застосовують стаціонарні і пересувні УФ установки. В даних установках в якості джерел УФ опромінювання використовують спеціальні лампи високого і низького тиску.

Біологічний ефект, який одержуємо при УФ опромінюванні пересувними установками, багато в чому залежить від дотримання експозиції опромінювання, яка залежить від виду тварин і їх вікової групи. В загальному випадку експозицію опромінення можна визначити із виразу

$$H = E \cdot t \cdot S, \quad (1)$$

де E – ультрафіолетове опромінення віт/м²

t – тривалість опромінення, год.

S – площа опроміненої поверхні тварини, м².

Ультрафіолетове опромінювання утворюється лампами типа ДРТ. Одним із недоліків таких ламп являється те, що на протязі їх експлуатації УФ потік зменшується (старіння ламп), Отже підвищення ефективності опромінення можливо досягнути за рахунок зниження ультрафіолетової віддачі ламп при їх експлуатації

На основі аналізу джерел [1,2,3,4] встановлено, що в пересувних УФ опромінювальних установках регулювання експозиції опромінення можливо шляхом зміни висоти підвісу опромінювачів, чи часу опромінення.

Регулювання експозиції опромінення шляхом зміни висоти підвішування опромінювачів технологічно не зовсім зручно.

Регулювання тривалістю опромінення можливо здійснити тільки за рахунок зміни числа проходів опромінювачів над опромінюваними тваринами, що не завжди можливо точно скорегувати експозицію опромінення.

Мета статті. Підвищення ефективності УФ опромінення за рахунок застосування регульованого електропривода в пересувних опромінювальних установках.

Основні матеріали досліджень. Зміну швидкості пересування опромінювачів можна виконати шляхом зміни частоти обертання вала приводного електродвигуна. В даний час найбільш ефективним методом регулювання частоти обертання вала приводного електродвигуна являється частотний метод.

Кількість енергії УФ випромінювання, одержаного тваринами від пересувних випромінювачів, залежить від швидкості пересування випромінювачів і кількості переходів їх над тваринами визначаємо з виразу

$$V = \frac{2\Phi \cdot \sin\alpha \cdot S}{\pi^2 \cdot H \cdot h} \cdot n, \text{ м/г} \quad (2)$$

- де Φ - ультрафіолетовий потік, вит ;
 α - кут між напрямком променя, який проходить з крайнього положення випромінювача і вертикаллю, град;
 H - задана експозиція випромінювання, вит · год;
 S - площа випромінюваної поверхні тварини, м²;
 h - висота підвісу випромінювача;
 n - число проходів випромінювача над тваринами.

З виразу (2) слідує, що при заданій постійній експозиції випромінювання H і при зміні потоку УФ випромінювання, за час роботи установки необхідно регулювати швидкість пересування випромінювачів.

За допомогою розробленої номограми (рис.1) встановлені основні параметри регулювання: кількість програм $m = 3$; година переходу до наступної програми $\tau_m = (90; 200; 340)$ годин; строк дії кожної програми $T_m = (90; 110; 640)$ годин напрацювання ламп.

За рахунок зменшення швидкості пересування опромінювачів забезпечуємо таку ж експозицію, як і при початковій швидкості (нова лампа). Дякуючи цьому експозиція УФ опромінювання підтримується стабільною.

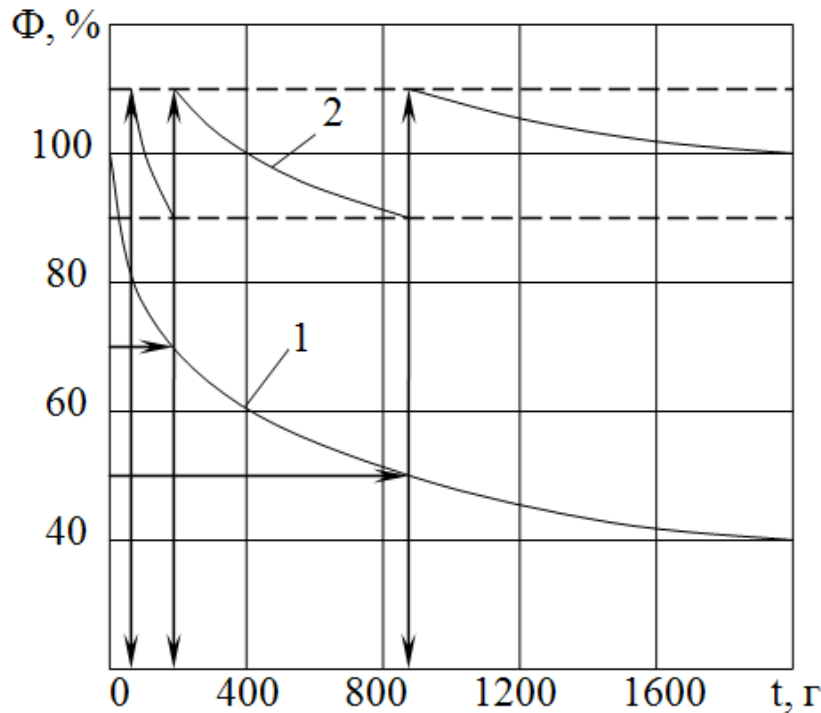


Рисунок 1 – Номограма до визначення параметрів програм регулювання експозиції опромінення: 1 – залежність УФ потоку лампи від числа годин її роботи; 2 – час переходу до наступної програми.

Регулювання частоти обертання вала електродвигуна здійснюється за допомогою перетворювача частоти РЭН2. Структурна схема регулювання перетворювача частоти приведена на рис.2.

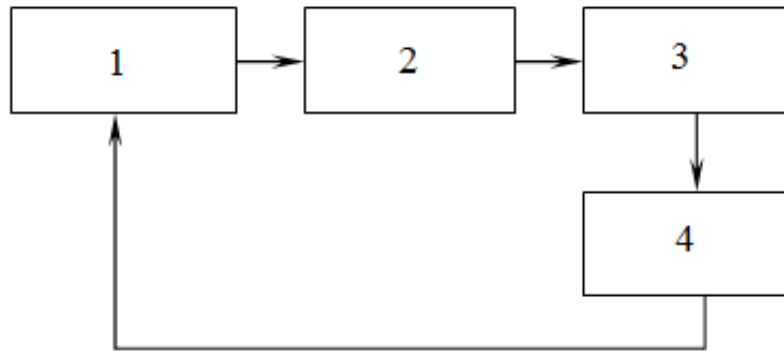


Рисунок 2 – Структурна схема регулювання швидкості пересування випромінювачів: 1 – перетворювач частоти; 2 – електродвигун пересувної УФ установки; 3 – УФ випромінювач; 4 – датчик контролю величини опромінювання.

Висновок. Таким чином застосування регульованих приводів для пересувних опромінювальних установок дає можливість одержати оптимальні значення експозиції, що приводить до підвищення продуктивності тварин.

Список використаних джерел

1. Ильичев И. П. Определение количества ультрафиолетового облучения от передвижных облучательных установок / И. П. Ильичев – М.: МИИСП, 1974. – Вып.3. – Т.2. – С.23-25.
1. Рубцов П.А. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве / П. А. Рубцов, П. А. Осетров, С. П. Бондаренко - М.: Колос, 1971. – 527 с.
2. Ильичев И. П. Выбор мощности электродвигателя для привода облучательных установок: сб. научн. тр. МИИСП / И. П. Ильичев, И. А. Гаврилюк // Электрификация сельскохозяйственного производства – М.: МИИСП, 1973. – Т.Х. – Вып.3. – С.73-75.
3. Гаврилюк І. А. Визначення експозиції опромінення тварин пересувними опромінювальними установками / І. А. Гаврилюк, І. П. Ільчов, Ю. М. Хандола // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка: Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 86. – С. 87-88.

УДК 621.31

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОГО ДВОКАНАЛЬНОГО ТЕРМОРЕГУЛЯТОРА

Верещагін Д.В., 5 курс;

Кізім І.В., інженер;

Богатирьов Ю.О., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропонована схема простого у виготовленні терморегулятора на мікроконтролері, що здійснює регулювання температури по двохпозиційному (релейному) закону.

242

Постановка проблеми. В даний час ціни на енергоресурси неухильно зростають, тому контроль над їх раціональним використанням стає все більш актуальним. Витрати на впровадження засобів контролю окупаються за рахунок економії енергоресурсів. Одним із засобів, вживаних для автоматизації процесів контролю і управління в енергетиці, є терморегулятори. Терморегулятори з успіхом застосовуються в системах опалювання різних промислових і побутових об'єктів. Але не дивлячись на велику кількість цифрових термометрів і терморегуляторів, представлених на вітчизняному ринку, розробка цих пристроїв завжди залишається актуальною темою, завдяки великому розкиду вимог і побажань до такого виробу.

Аналіз останніх досліджень. Спроби зробити терморегулятор універсальним і багатофункціональним звичайно приводять до збільшення складності схеми і габаритів всього пристрою. До того ж сучасні ринкові зразки таких пристроїв мають чималу вартість.

Мета статті. В даній статті описано універсальний, закінчений пристрій для застосування в побуті, який має мінімальну вартість при точності підтримування температури близько 0.1 градусів в діапазоні від 1 до 99 градусів.

Основні матеріали дослідження. До останнього часу незаперечна перевага по застосуванню належить цифровому термометру DS18B20 фірми Dallas Semiconductor [1]. Він працює з простим інтерфейсом - однопроводною шиною - в широкому діапазоні температур від -55 °С до +125 °С і має хорошу перешкодостійкість. Ця мікросхема дозволяє створювати багатоточкову систему температурного контролю. Тому перевага при побудові терморегулятора була віддана даному температурному датчику. Схему електричну принципову розробленого терморегулятора приведено на рисунку 1.

Терморегулятор виконано на 8-ми розрядному мікроконтролері ATmega8 фірми Atmel (DD4) [2]. Мікроконтролер по черзі опитує датчики температури DD2, DD3 і в залежності від їх результатів вимірювань управляє роботою реле K1 і K2. Кнопки SB1-SB3 забезпечують установку розрядності вимірювання температури (0,5; 0,25; 0,125 і 0,0625°С) і встановлюють максимальні і мінімальні пороги температури (гистерезиси температури) для двох датчиків.

В приладі застосовано дворядковий рідкокристалічний індикатор, що забезпечує одночасне виведення поточних значень температури двох датчиків і дозволяє створити зручне і наочне меню налаштувань приладу.

При необхідності, використовуючи режим широтно-імпульсної модуляції вбудованих в мікроконтролер таймерів, можна додатково додати пі-регулювання навантаженням.

Загальні витрати на придбання деталей склали приблизно 100 грн. Аналогічний готовий прилад коштує приблизно 250-800 грн.

Область застосування терморегулятора широка. Його можна використовувати для підтримування температури в овочесховищі в зимовий час, як реле управління холодильником та в інших випадках. Виготовлення терморегулятора в окремому корпусі дозволяє використовувати його в якості самостійного пристрою або у складі якої-небудь системи управління.

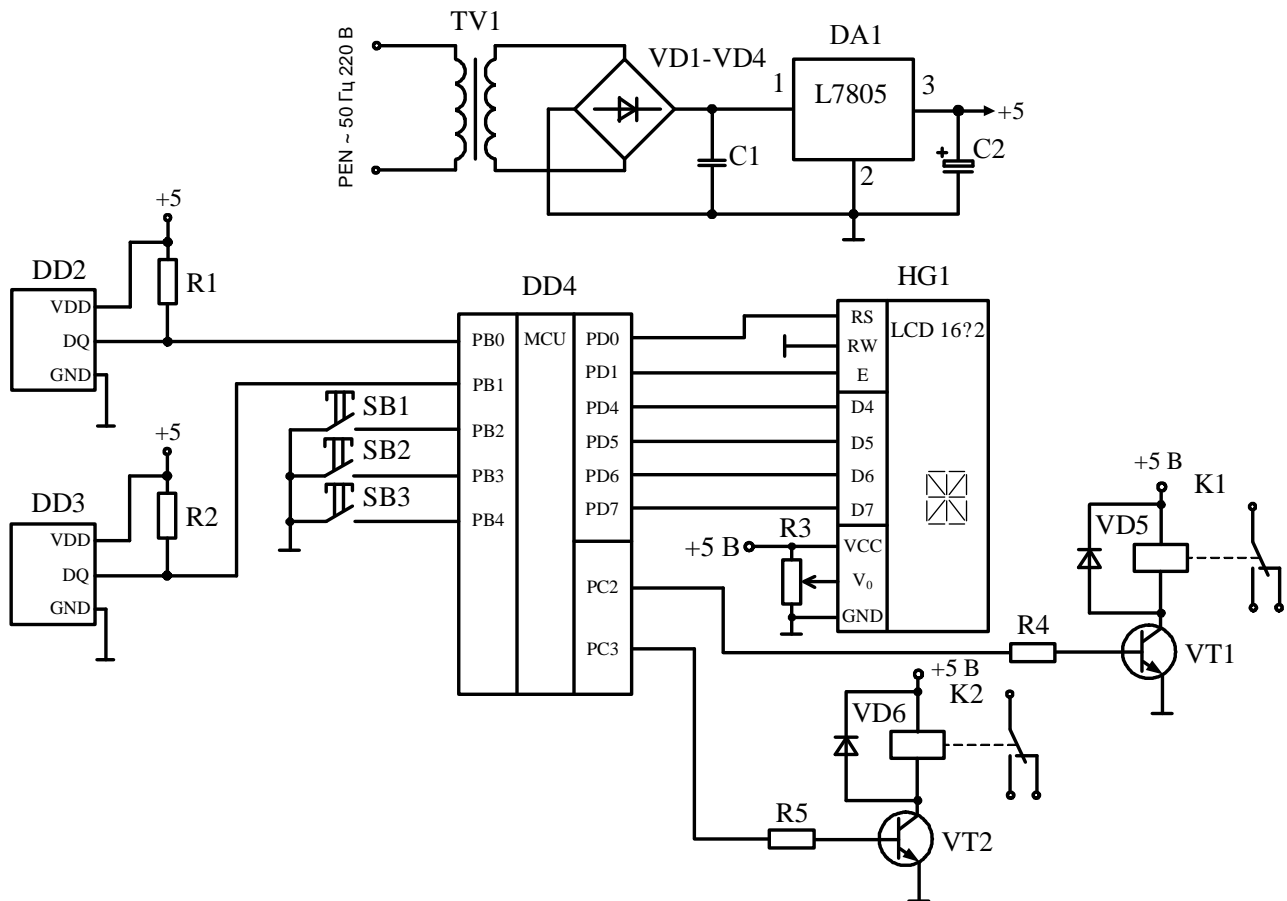


Рисунок 1 – Схема електрична принципова терморегулятора.



Рисунок 2 – Дослідний зразок терморегулятора.

Висновок. Розроблений двоканальний терморегулятор має високу точність вимірювання температури, невелику кількість елементів, малу вартість і може бути використаний в різних системах, де необхідне вимірювання і регулювання заданої температури.

Список використаних джерел.

1. Цифровые датчики температуры от Dallas Semiconductor [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.compitech.ru/html.cgi/arhiv/01_03/stat_116.htm. – Название с экрана
2. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 560 с.

УДК 621.313.333.004.58

РОЗРОБКА ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА КОВЗАННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Ніфантьєв О.М., 2 курс;

Вовк О.Ю., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена аналізу методів вимірювання ковзання асинхронного електродвигуна та розробці первинного вимірювального перетворювача ковзання, який дозволить безперервно його контролювати у процесі експлуатації в умовах агропромислового комплексу.

244

Постановка проблеми. Найпоширеніший силовий агрегат, що використовується в сільськогосподарському виробництві – асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором. Асинхронні електроприводи становлять близько 95 % загальної кількості електроприводів і споживають більше половини електроенергії галузі. Широке розповсюдження асинхронні двигуни дістали завдяки високій конструкційній надійності, але у процесі експлуатації на підприємствах агропромислового комплексу України щорічно відмовляє в середньому 20 – 25 % наявного парку електродвигунів (при випробуваннях на надійність за цей час відмовляє 2 – 3 %). Це призводить до незапланованих матеріальних витрат, пов'язаних з раптовою зупинкою технологічних ліній, а також на ремонт асинхронних двигунів [1 – 3].

Таким чином, залишається до кінця невирішеною народногосподарська проблема підвищення експлуатаційної надійності асинхронних електродвигунів. Причина її існування – недостатній рівень експлуатації означених електродвигунів на підприємствах агропромислового комплексу, зокрема – відсутність достатньої інформації про їх стан. Тому однією із складових вирішення цієї проблеми є підвищення рівня експлуатації асинхронних електродвигунів за допомогою своєчасного повного контролю. Це дозволить керувати станом електродвигунів і призведе до підвищення імовірності їх безвідмовної роботи на протязі запланованого строку служби в процесі експлуатації в сільськогосподарському виробництві. Один із узагальнених показників функціонального стану асинхронного електродвигуна – це ковзання. Отже, розроблення і впровадження первинного вимірювального перетворювача ковзання асинхронного електродвигуна, який забезпечить безперервний контроль цього показника, є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень. Розглянемо методи, які використовуються для експериментального визначення ковзання асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором [4 – 6]:

- 1) тахометричний метод;
- 2) стробоскопічний метод;
- 3) індукційний метод.

Тахометричний метод полягає у визначенні ковзання за виміряним значенням швидкості обертання вала (n) та розрахованим значенням швидкості обертання магнітного поля (n_0) за відомим виразом

$$s = \frac{n_0 - n}{n_0}. \quad (1)$$

Головні недоліки методу – невисока точність (через що метод неможливо використовувати у разі ковзання 5 % та вище), дискретність визначення та вплив людського фактору.

Стробоскопічний метод полягає у тому, що на валу асинхронного електродвигуна наносять мітки, кількість яких дорівнює кількості пар магнітних полюсів електродвигуна. Вал електродвигуна освітлюють газорозрядною лампою, яка живиться від тієї ж мережі, що й

електродвигун з частотою струму f_1 . При цьому вимірюють час (t) проходження визначеної кількості міток (n) уздовж нерухомого вказівника, рахуючи положення вказівника в момент пуску секундоміра за нульове. За результатами вимірювань визначають ковзання за наступним виразом

$$s = \frac{n}{t \cdot f_1} . \quad (2)$$

Головні недоліки методу – складна технічна реалізація, дискретність визначення та вплив людського фактору.

Індукційний метод ґрунтується на контролі частоти обертання магнітного потоку розсіювання ротору. Для цього використовують індуктивну котушку, у якості якої використовують котушку реле або контактора постійного струму, що має 10 000 – 20 000 витків. Для підсилення магнітного потоку у котушку встановлюють осердя з декількох полос електротехнічної сталі. Котушку встановлюють на кінець вала електродвигуна, а у її коло включають чутливий мілівольтметр (гальванометр). Вимірюють кількість повних коливань стрілки гальванометра (k) та час цих коливань (t). Знаючи частоту струму у мережі f_1 та результати вказаних вимірювань, визначають ковзання за наступним виразом

$$s = \frac{k}{t \cdot f_1} . \quad (3)$$

До головних недоліків методу слід віднести дискретність визначення та вплив людського фактору.

Таким чином, проведений аналіз показує, що найбільш раціональним методом є індукційний метод (за допомогою індуктивної котушки), який можна взяти за основу при розробці первинного вимірювального перетворювача ковзання асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором.

Мета статті. Тому мета статі – розробка первинного вимірювального перетворювача ковзання асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором, який дозволить безперервно контролювати ковзання асинхронного електродвигуна та усуне вплив людського фактору.

Основні матеріали досліджень. За основу приймемо метод, у якому використовується індуктивна котушка ІК (індукційний метод). У коло котушки замість чутливого мілівольтметра (гальванометра) послідовно включимо діод VD та резистор R. Діод буде пропускати тільки пряму півхвилю струму. З резистора буде зніматись імпульс прямої напруги та подаватись на перетворювально-обчислювальний пристрій (ПОП). Крім того, на цей пристрій буде подаватись сигнал з електронного таймеру ET. У перетворювально-обчислювальному пристрої сигнал буде перетворюватись у цифрові імпульси, кількість яких рахує пристрій (k). Крім того пристрій рахує час цих імпульсів (t) за даними електронного таймеру. За цими даними перетворювально-обчислювальний пристрій визначає ковзання асинхронного електродвигуна за виразом (3). Отже, схематичне зображення первинного вимірювального перетворювача має вигляд, наведений на рисунку 1.

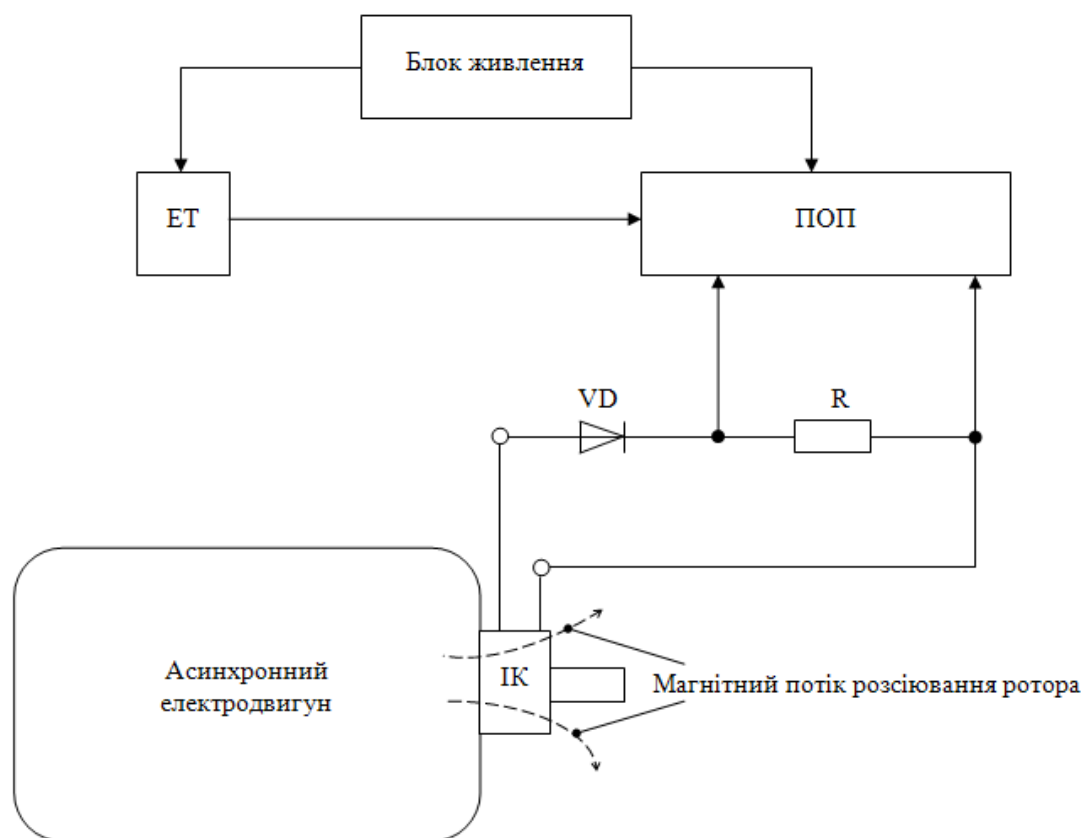


Рисунок 1 – Первинний вимірювальний перетворювач ковзання асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором.

Висновок. Таким чином, у роботі запропоновано первинний вимірювальний перетворювач ковзання асинхронного електродвигуна безперервної дії, який дозволяє визначати ковзання функціонуючого електродвигуна без втручання людини.

Список використаних джерел.

1. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / Овчаров В.В. – К.: УСХА, 1990. – 168с.
2. Єрмолаєв С.О. Експлуатація енергообладнання та засобів автоматизації в системі АПК / Єрмолаєв С.О., Мунтян В.О., Яковлев В.Ф.; за ред. С.О.Єрмолаєва. – К.: Мета, 2003. – 534с.
3. Хорольский В.Я. Теоретические основы эксплуатации электрооборудования сельскохозяйственных предприятий: Учебное пособие / Хорольский В.Я. – Ставрополь: Ставр. с/х ин-т, 1992. – 149с.
4. Коварский Е.М. Испытание электрических машин / Коварский Е.М., Янко Ю.И. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 320с.
5. Гольдберг О.Д. Испытания электрических машин: Учебное пособие / Гольдберг О.Д. – М.: Высшая школа, 1990. – 255с.
6. Справочник по наладке электроустановок и электроавтоматики / Васильев С.Е., Забарский Б.М., Забокрицкий Е.И., Холодовский Б.А. – К.: Наукова думка, 1972. – 624с.

УДК 62-523.8

СХЕМА КЕРУВАННЯ ТРИФАЗНИМ ІНВЕРТОРОМ НАПРУГИ

Большаков Д.О., магістрант;
Лобода О.І., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Представлено принципова електрична схема трифазного інвертора напруги, який можливо використовувати, наприклад, у вітроенергетичної установці.
Для розробленого інвертора напруги зняти діаграми вихідної напруги.*

247

Постановка проблеми. Відомо, що регульований асинхронний привід будується за схемою "живильна мережа - випрямляч - фільтр - трифазний інвертор напруги - асинхронний двигун (АД)". Живильна мережа може бути як побутовою однофазною, так і промисловою трифазною, відповідно й випрямляч робиться одно - або трифазним. В якості фільтра використовуються Г-образні LC-фільтри, у системах малої потужності припустиме застосування звичайного С-фільтра, що згладжує.

Найбільш складним вузлом є інвертор напруги, який звичайно будується на основі повно керованих силових транзисторних ключах (MOSFET або IGBT), або на напівкеро-ваних ключах (тиристорах). Завдання інвертора - одержання з постійної напруги регульованого по частоті й діючому значенні трифазної напруги. Регулювання частоти особливої складності не викликає, а от для регулювання діючого значення напруги доводиться застосовувати ШІМ модуляцію, що далеко не просто.

Аналіз останніх досліджень. Керування силовими ключами інвертора здійснює по певному алгоритму спеціальним керуючим контролером. Алгоритм керування має не тільки реалізацію функцій регулювання частоти й діючого значення вихідної напруги, але так само й реалізацію захисту силових ключів від перевантажень і короткого замикання (КЗ). У деяких випадках додатково реалізуються функції регулювання моменту на валу АД й інші специфічні завдання.

Приклади спрощених схем таких пристроїв були наведені в [1- 3], які можливо використовувати для деяких особливих промислових випадків, наприклад, приводів вентиляції). У цих конструкціях є кілька недоліків, зокрема, невисока стабільність параметрів через змішаний напіваналогово - напівцифровий підхід, непропрацьованість систем захисту й ін.

Формулювання цілей статті. Розробка принципової електричної схеми інвертора напруги на базі AVR мікроконтролеру з метою забезпечення стабільного перетворення напруги від вітрогенератору.

Основна частина. Враховуючи перелічені недоліки з одночасним розширенням функціональних можливостей систем керування представлена схема керування інвертора напруги на мікроконтролері (рис. 1).

Розроблений інвертор має такі характеристики та особливості в роботі:

- формування послідовності імпульсів керування силовими ключами по алгоритму, що реалізує лінійну залежність діючого значення напруги від частоти;
- регулювання частоти вихідної напруги інвертора від 5 до 50 Гц;
- швидкодіючий захист силових ключів інвертора від струмів КЗ;
- можливість використання як датчик струму схеми захисту як спеціалізованого датчика, так і звичайного шунта;
- можливість підключення додаткового дисплея з послідовним інтерфейсом для індикації поточної й заданої частоти;
- надзвичайна простота схеми - усього 4 мікросхеми, включаючи мікроконтролер.

У схемі використається недорогий мікроконтролер типу AT89C2051. Він реалізує всі необхідні функції по спеціально розробленій програмі.

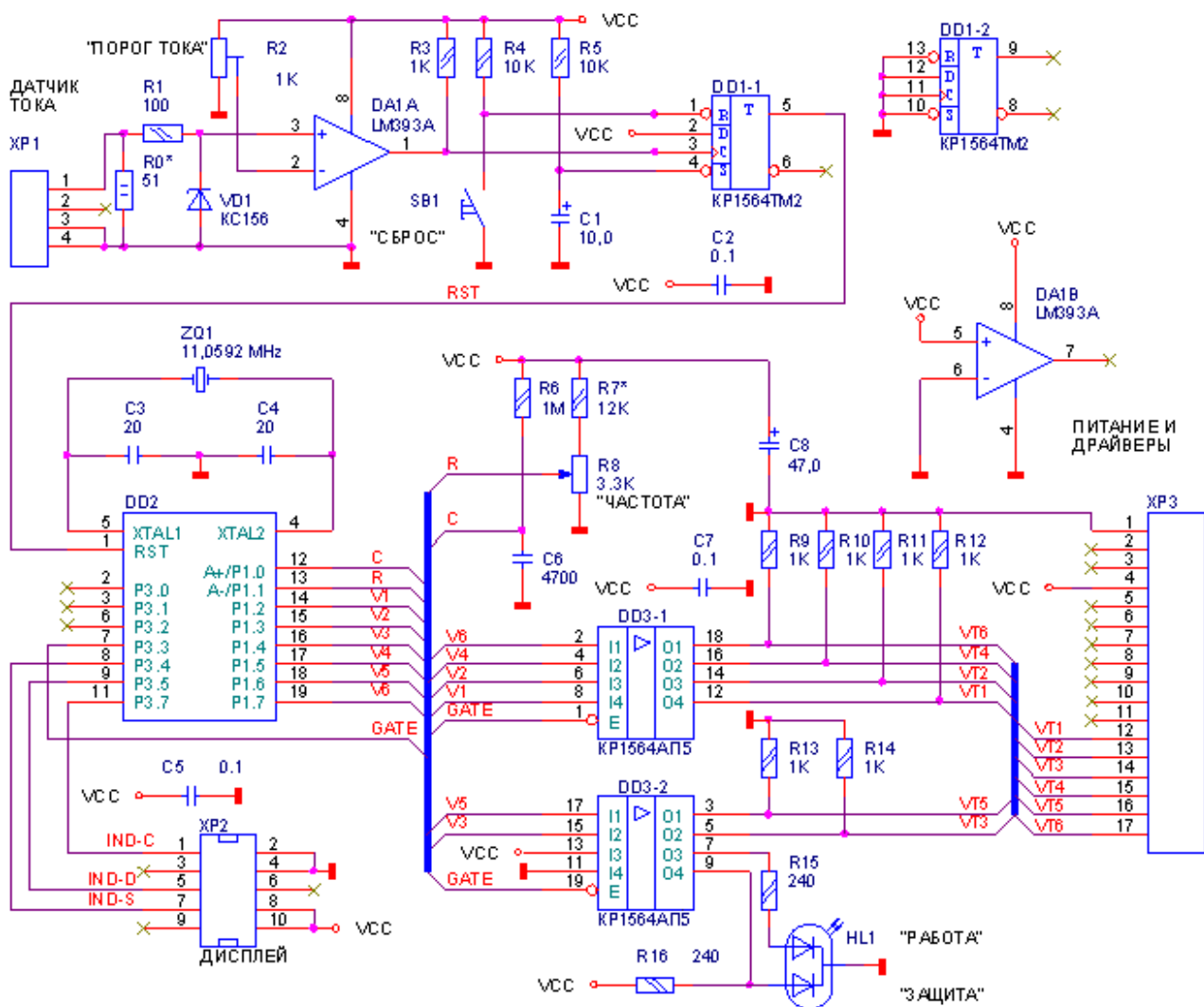


Рисунок 1 - Принципова схема керування інвертором.

Рознімання XP3 слугує для підключення напруги живлення схеми керування 5 В (контакти 1 і 4), а так само для підключення до схеми драйверів силових ключів інвертора (контакти 12 - 17).

Рознімання XP1 слугує для підключення сигналу з датчика струму інвертора. Якщо використовується датчик струму фірми LEM або аналогічний, то обов'язково наявність навантажувального резистора R0, його опір визначається типом датчика. Якщо як датчик використовується шунт, то цей резистор не потрібний. Шунт повинен бути розрахований так, щоб при наявності струму I_N у ланцюзі постійного струму інвертора на ньому падала напруга від 3 до 5 В. Якщо напруга істотно нижче, може знадобитися додатковий каскад посилення.

Схема захисту побудована на компараторі DA1A і тригері DD1.1 та працює так. Напруга з датчика струму через захисний ланцюг R1-VD1 надходить на вхід, що не інвертує, компаратора DA1.A, а на його вхід, що інвертує, надходить гранична напруга з змінного резистору R2. Коли напруга з датчика струму перевищить граничне значення, компаратор спрацює, і високий логічний рівень із його виходу надійде на тактовий вхід тригера DD1.1, що переключиться й сигналом зі свого виводу 5 переведе мікроконтролер у стан скидання. При включенні живлення тригер DD1.1 устанавлюється в стан скидання за допомогою ланцюга R5-C1. Щоб скинути схему захисту в робоче положення й запустити тим самим інвертор, варто короткочасно нажати на кнопку SB1.

Коли надходження сигналу скидання на мікроконтролер DD2 припиниться, він почне виконання своєї програми. Спочатку відбувається внутрішня ініціалізація мікроконтролеру, а потім подається сигнал дозволу роботи шинного буферу DD3 "GATE". Цей буфер використовується для швидкого відключення вихідних керуючих сигналів при спрацьовуванні захисту, тому що при надходженні сигналу скидання на мікроконтролер на всіх його вихідних

портах встановлюється високий логічний рівень, у тому числі й на лінії "GATE", що переводить виходи DD3 в Z-стан. Завдяки резисторам R9-R14 на виходах схеми керування, позначених "VT1" - "VT6", встановлюється низький логічний рівень, що відповідає замкненому стану всіх силових ключів інвертора. Світлодіод HL1 вказує режим роботи схеми керування: зелене світло "робота", червоне - "захист".

Така побудова схеми захисту обумовлена тим, що швидкодії сучасних недорогих мікроконтролерів явно недостатньо для реалізації захисту програмними засобами. Це стосується не тільки до використовуваного мікроконтролеру, але так само й до більше швидкодіючих AVR і PIC контролерів.

За допомогою резистора R8 встановлюється бажане значення частоти вихідної напруги інвертора. Поза залежністю від положення движка R8, відразу після початку роботи інвертор формує вихідні сигнали для частоти напруги в 5 Гц. Потім, проаналізувавши положення движка цього резистора, мікроконтролер починає поступове підвищення частоти до заданого рівня. Зміна частоти відбувається дискретно із кроком в 1 Гц, причому швидкість зміни встановлена в 2 Гц/сек. Це зроблено для виключення стрибкоподібної зміни вихідної частоти, що може привести до виникнення ударних струмів в АД й механічні перевантаження в приводному механізмі.

До рознімання ХР2 можна підключити дисплей з послідовним інтерфейсом на шести семи-сегментних світлодіодних індикаторах і шістьох регістрах з послідовним вводом і паралельним виводом даних, за допомогою якого відображаються задане й поточне значення частоти.

Алгоритм роботи схеми керування пояснюють діаграми вихідних сигналів і відповідні їм діаграми вихідних напруг інвертора (при активному навантаженні) - рис. 2 і 3. Тривалість імпульсів $1,11 \times 10^{-3}$ с, а тривалість паузи між ними (усередині пачки) залежить від частоти, і при частоті вихідної напруги інвертора 50 Гц становить близько 20×10^{-6} с (захисний інтервал, що повністю виключає можливість виникнення наскрізних струмів в інверторі).

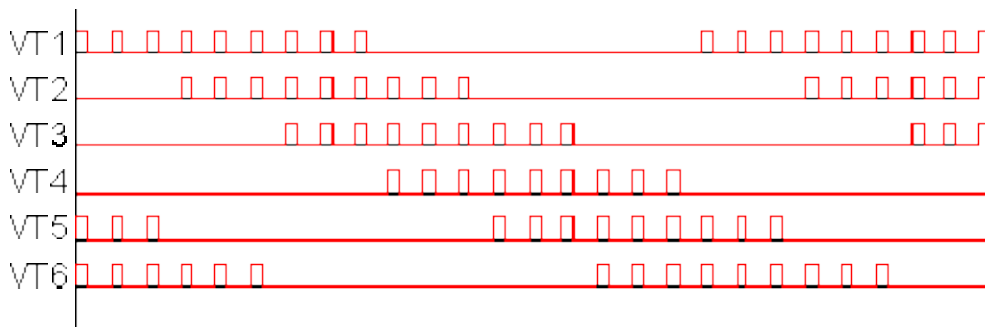


Рисунок 2 - Діаграма вихідних сигналів схеми керування.

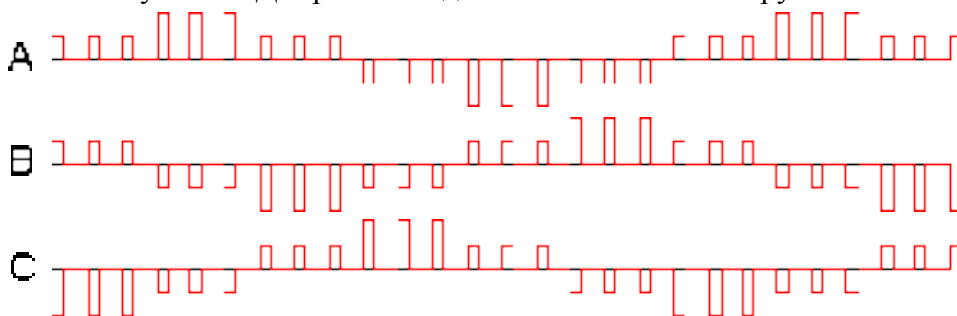


Рисунок 3 - Форма вихідних напруг інвертора при активному навантаженні.

Висновки. Така схема дозволяє підключати АД потужністю 55 кВт із номінальною частотою обертання 1500 хв-1, навантажений на відцентровий вентилятор. Фактичну форму напруг на виході інвертора з цим АД показано осцилограми – рис. 4, 5.

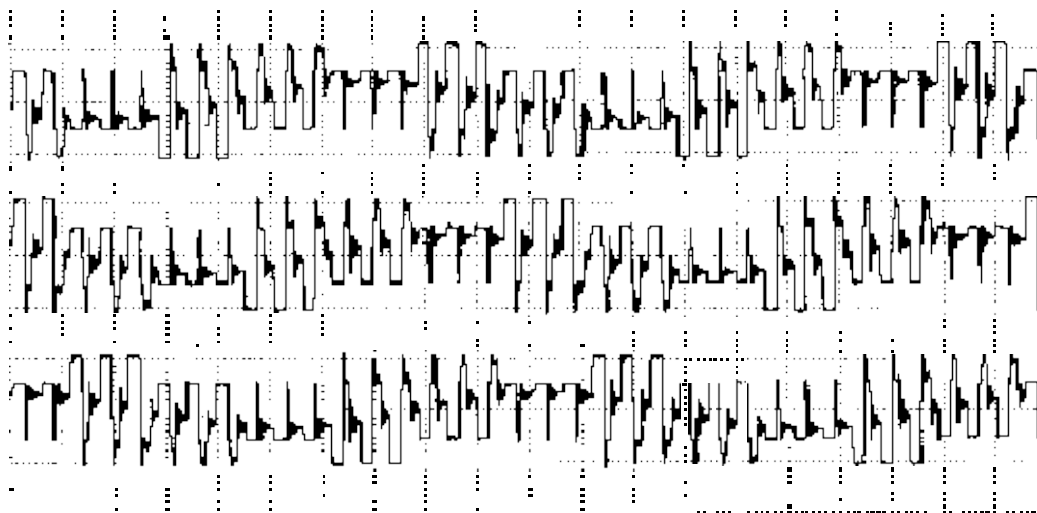


Рисунок 4 - Фазні напруги на двигуні
(частота 20 Гц, 200 В/діл. по вертикалі, 5 мс/діл. по горизонталі).

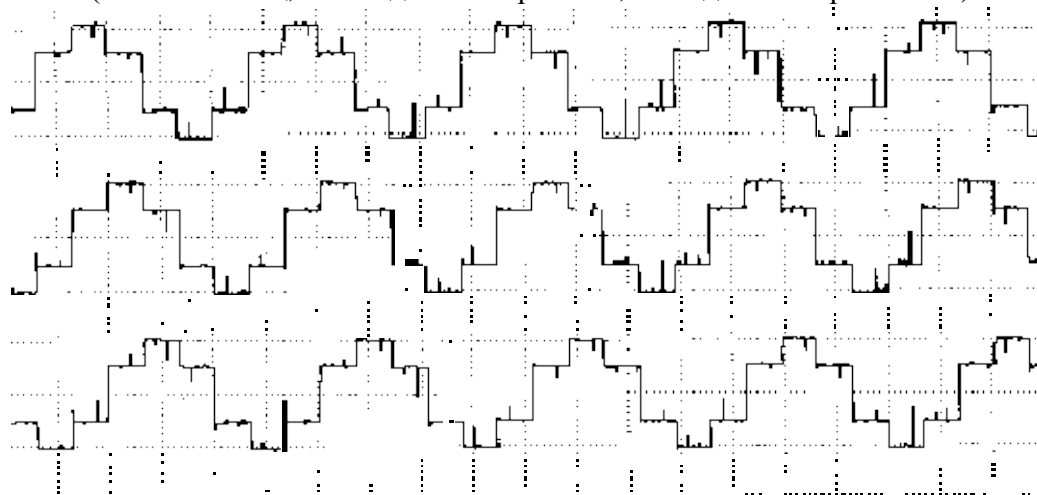


Рисунок 5 - Фазні напруги на двигуні
(частота 50 Гц, 200 В/діл. по вертикалі, 5 мс/діл. по горизонталі).

Список використаних джерел.

1. Дубровский А.Т. Регулятор частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей / А.Т. Дубровский // Радио.- 2001, №4 С. 42-44
2. Нарыжный В.М. Источники питания трехфазного электродвигателя от однофазной сети с регулированием частоты вращения / В.М. Нарыжный // Радио. – 2003, №12 с. 35-38
3. Регулировка напряжения на выходе инвертора, режим MIG [Электронный ресурс]. – Режим доступа.: <http://www.samopal.su/node/19>
4. Трамперт В. AVR RISC микроконтроллеры.: Пер. с нем. /В. Трамперт. – К.: "МК-Пресс", 2006. 464 с.
5. Белов А.В. Самоучитель разработчика устройств на микроконтроллерах AVR / А.В. Белов. – СПб.: Наука и Техника, 2008. – 544 с.

УДК 529.768 621.317.76

УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КЕРОВАНИХ ПО ЧАСТОТІ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Орел І.О., магістрант;
Вороновський І.Б., к.т.н.

Таврійський держаний агротехнологічний університет

Наведено особливості розрахунку параметрів генератора з підстроюванням частоти в межах 2 % від частоти генератора.

251

Постанова проблеми. Однією з найбільш актуальних задач, що стоїть перед аграрним комплексом України на сучасному етапі, є підвищення продуктивності у тваринництві зі збереженням і збільшенням поголів'я сільськогосподарських тварин, що залежить від своєчасного лікування їхнього травматизму.

Травматизм тварин - найбільш розповсюджена група захворювань з усіх незаразних хвороб, на його частку приходиться до 50 % від загальної захворюваності тварин.

У більшості випадків причинами травматизму тварин є порушення правил їх годівлі, утримання й використання.

У результаті травм і їх ускладнень хворі тварини знижують продуктивність, передчасно вибраковуюються, нерідко гинуть. Усе це наносить господарствам великий економічний збиток. Тому зниження втрат від травматизму є однією з найважливіших задач ветеринарних фахівців і всіх працівників тваринництва [1].

В даний час для відновлення кісткової тканини травмованих кінцівок тварин, в основному, використовують медикаментозні способи лікування. Застосування антибіотиків та інших медикаментів для відновлення кісткових тканин тварин у більшості випадків є малоефективним і небезпечним, блокує симптоми захворювань. Вирішення поставленої задачі можливо на основі застосування низькоенергетичних (інформаційних) електромагнітних випромінювань НВЧ діапазону довжин хвиль [2].

Аналіз останніх досліджень. Існуючі інші методи відновлення кісткової тканини тварин і розроблені на їх основі пристрої не відповідають високим вимогам, специфічним для апаратури електромагнітного випромінювання, по стабільності частоти, подавленню поточкових складових в спектрі вихідного сигналу, споживанню потужності, металоемкості, необхідній надійності і ряду ін. [3].

Тому розробка ефективних не медикаментозних способів відновлення кісткової тканини при загоєнні травм тварин є актуальною задачею.

Традиційно відомі схеми радіоелектронних пристроїв не відповідають високим вимогам, специфічним для апаратури електромагнітної терапії. Розглянуто принципи побудови джерел НВЧ коливань для інформаційного впливу на кісткові тканини сільськогосподарських тварин з виконанням високих вимог до стабільності частоти і ступеня придушення побічних дискретних складових у спектрі вихідного сигналу. При побудові багатокаскадних помножувачів частоти з застосуванням транзисторів і варакторів розглянуті основні причини виникнення паразитної фазової модуляції і заходи для її зниження.

Показано, що при одержанні високочастотних коливань у НВЧ діапазоні за допомогою множення частоти високо стабільних низькочастотних коливань виникає ускладнення апаратури, зниження надійності, зростання зовнішньополосних і побічних випромінювань, погіршення якості вихідного сигналу. Зроблено висновок про те, що таких недоліків позбавлені пристрої з гармонійними кварцовими генераторами, у яких реалізується збудження кварцового резонатора на вищих гармоніках, що дозволяє здійснити безпосередню кварцову стабілізацію частоти у НВЧ діапазоні. При цьому частота використовуваної гармоніки виявляється нижчою частотою спектра вихідного сигналу і насиченість його "паразитними" частотами зменшується.

Мета статті. Використання гармонійних кварцових автогенераторів дає можливість зменшити габарити пристрою, підвищити його надійність, знизити споживання енергії. Для розрахунку кварцових НВЧ генераторів запропонована методика, котра справедлива в широкій області частот при значних рівнях вихідної потужності [4].

Основний матеріал досліджень. З урахуванням високочастотної напруги, робочий інтервал управління напругою на варикапі виявляється обмеженим, з одного боку, умовою роботи варикапа тільки у області негативних зсувів, з іншого – величиною зворотної пробивної напруги на переході. Негативну напругу, що управляє, на варикапі можна міняти в межах, визначення співвідношення:

Необхідний діапазон зміни напруги, що управляє, повинен укладатися у вказані межі. При виборі варикапа слід також врахувати величину допустимого розсіювання потужності.

На рис. 1 приведена схема удосконаленого кварцового генератора. Схема була розрахована по методиці, викладеній раніше[4]. Були використані прилади з параметрами:

$$E_{упр} = -0,5 \dots 30 \text{ В}; j_k = -40 \dots -175 \text{ Ом}; \\ R_B = 1,5 \text{ Ом}; C_B = 59 \dots 13,6 \text{ пФ}.$$

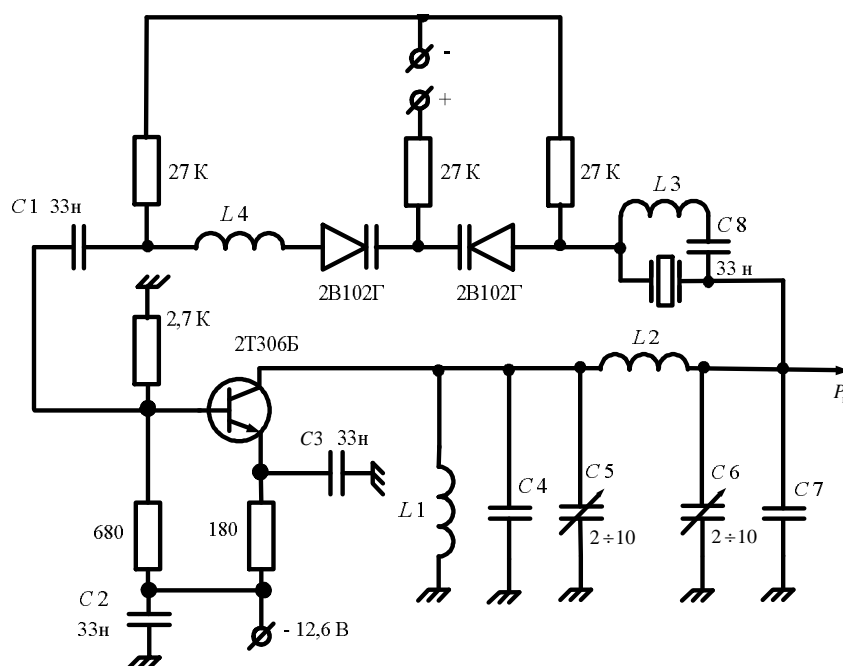


Рис. 1. Принципова схема кварцового генератора з електронною перебудовою частоти.

На рис. 2 показані залежності перебудови частоти вихідної потужності і коефіцієнта регенерації в межах зміни керуючої напруги від -0,5 до 30 В для генератора на частоті 250 МГц. З графіків видно, що потужність генератора і коефіцієнт регенерації в межах перебудови змінюється незначно. Характеристика перебудови частоти складає більш 5 МГц і має майже лінійну залежність від $E_{упр}$.

Короткочасна нестабільність частоти генератора складає 10^{-6} за час 10^{-3} с, а довгострокова нестабільність частоти $2 \cdot 10^{-9}$ за час виміру 1 с.

З урахуванням останніх досягнень в області напівпровідникової техніки розроблений експериментальний пристрій для опромінення ран тварин з кістковою патологією, що задовольняє вимогам монохроматичності вихідного сигналу. Придушення побічних складових у спектрі вихідного сигналу – 30 Дб, номінальна вихідна частота – 3,75 ГГц, діапазон частотної перебудови – 2 %, короткочасна нестабільність – 10^{-7} , вихідна потужність – 45 мВт.

У результаті виконаної роботи отримані практичні результати по розробці і дослідженню джерел коливань НВЧ діапазону з високими спектрально-флуктуаційними, енергетичними та експлуатаційними характеристиками.

Наведені експериментальні дослідження опрацьованих пристроїв та результати дії низько-енергетичного випромінювання НВЧ діапазону на процес відновлення кісткової тканини кінцевостей тварин.

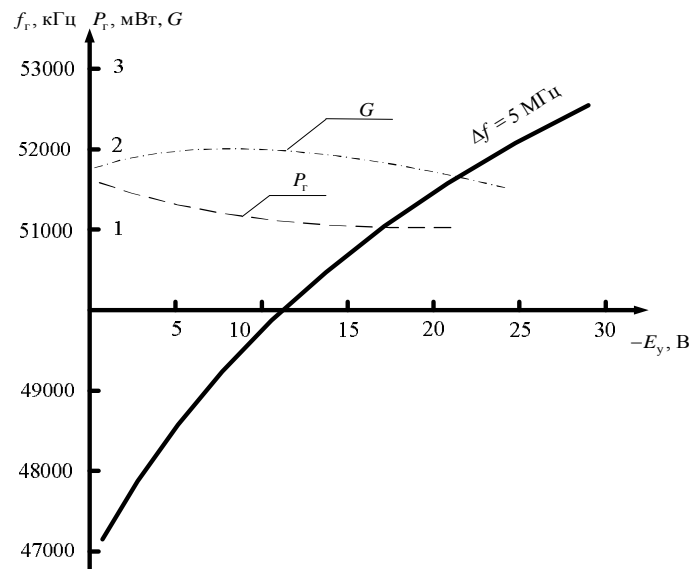


Рис. 2. Залежність перебудови (Δf), вихідної потужності (P_r) та коефіцієнта регенерації (G) від зміни $E_{упр}$

В результаті теоретичних та експериментальних досліджень було розроблено джерело НВЧ коливач з параметрами: вихідна частота—3,75 ГГц; вихідна потужність $P_{вих} \geq 10$ -1 Вт; придушення побічних гармонік в спектрі вихідного сигналу $Q_{п\text{ вих}} \geq 40$ дБ; частота задаючого кварцового генератора—250 МГц с перетворенням частоти у границях 2 %; коефіцієнт множення $N = 15$; потужність живлення 30 Вт; при зміні потужності живлення в границях 10 % потужність вихідного сигналу змінюється не більше ніж на 5 %.

Для уточнення параметрів ЕМП, отриманих теоретичним шляхом були проведені експериментальні дослідження, які пов'язані з визначенням електрофоретичної рухливості ядер клітин кісткової тканини. При цьому були визначені фактори, які слід вважати як основні: частота ЕМП випромінювання f , експозиція t , щільність потоку потужності P .

Для кількісної та якісної оцінки впливу вищезазначених факторів були проведені регресійний та дисперсійний аналізи. За результатами дисперсійного аналізу встановлено якісний вплив факторів на функцію відгуку та імовірні інтервали зміни факторів, а також перевірено працездатність експериментального джерела НВЧ випромінювання на різних режимах роботи.

На основі дисперсійного аналізу побудовані графічні залежності рухомості ядер клітин кісткової тканини від кожного з визначених параметрів ЕМП при фіксації двох інших факторів. У досліді частота ЕМП складала 3,75 ГГц, експозиція 10 хв, щільність потоку потужності 100 Вт/м^2 .

Висновок. Дослід розробки схеми керованих генераторів показує, що динамічний опір резонатора повинний незначно змінюватися в діапазоні перебудови. Сумарний опір втрат кола управління не повинен перевищувати величину динамічного опору резонатора, оскільки може виникнути перескок частоти. Потужність генератора і коефіцієнт регенерації в межах перебудови змінюються незначно.

Список використаних джерел.

1. Лебедев А.В. Общая ветеринарная хирургия / А.В. Лебедев, В.А. Лукьяновский, Б.С. Семенов и др. – М.: Колос, 2000. – 488с.
2. Орел О.М. Аналіз методів та електрофізичних пристроїв для лікування кісткової хвороби тварин/ О.М. Орел // Праці Таврійської державної агротехнологічної академії. – Мелітополь: ТДАТА. – Вип. 15. – 2003. – С. 92- 98.
3. Кабанов Д.А. Обобщенный подход к исследованию автогенераторов/ Д.А. Кабанов // Радиотехника и электроника. – 1974. – №8. – С.1690-1697.
4. Орел А.Н. Метод расчета кварцевых генераторов СВЧ / А.Н. Орел, В.Ф. Яковлев // Вісник ХДТУСГ. – Харків – 2003. – Вип. 19. – С.191-197.



Засоби технічного сервісу мобільних енергетичних засобів

УДК 631.171:636.084

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЗМАЩУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІОЛОГІЧНИХ ПАЛИВ

Васько В. О., магістрант;
Журавель Д.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена розробці методики оцінки змащувальних властивостей біологічних палив.

255

Постановка проблеми. Сучасне переведення мобільної техніки на біопаливо потребує додаткових досліджень за поведінкою різноманітних металів при різних умовах зношування в середовищі біологічного палива, яке має підвищену кількість метанолу (меркаптанів) [1,2].

Аналіз останніх досліджень. Багато вчених займаються питаннями зношування металів. Але, в основному, роботи присвячені питанням зношування найбільш розповсюджених сплавів, які застосовуються в різних агрегатах та машинах, що експлуатуються на традиційних матеріалах на основі нафтопродуктів. Зношування чистих хімічних елементів, як процес руйнування кристалічної структури елемента, в роботах зустрічаються дуже рідко. Особливо, якщо це зношування відбувається в середовищі біопалива, насиченого метанолами, які мають велику кількість водню і здатні розкислювати окисні плівки поверхонь металів і проникати в їх середину, що призводить до водневого зкрихчування металів. [1-5].

Формулювання цілей статті. Метою статті є обґрунтування методики лабораторних досліджень та вибір лабораторного обладнання для проведення трибологічних досліджень в середовищі біопалив.

Основна частина. Випробування на зніс різних матеріалів проводилось на розробленій машині тертя (рис 1).



Рисунок 1 - Загальний вид машини тертя

Оцінка ефективності використання матеріалів на машині тертя проводилась по наступним параметрам: граничне навантаження, площа, об'єм і стан поверхні плями зносу, критичне питоме навантаження.

Реакція навантаження визначалась перерахунком системи важелів машини тертя (рисунки 2) і перевірялась динамометром.

Для отримання точних даних при випробуванні, ми обчислювали силу що діє на втулку без вантажу, для цього ми заміряли відстань від центру осей кріплення плеча що діє на прижимну планку. Швидкість обертання втулки знаходили виходячи із робочої швидкості двигуна, діаметрів шківів і втулки, тобто $V=71,25$ м/хв.

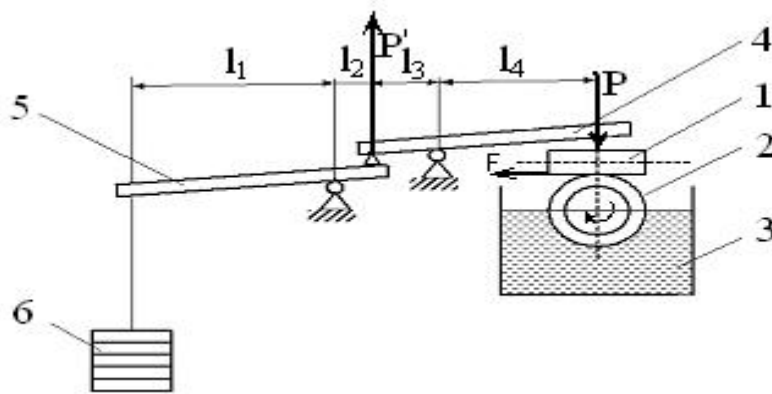


Рисунок 2 – Схема навантаження пари тертя: 1 – ролик; 2 – втулка; 3 – масляне середовище; 4 – прижимна планка; 5 – важіль; 6 – вантаж

Тиск, що діє на нажимну планку знаходимо за формулою:

$$P' = \frac{Q \cdot l_1}{l_2}, \text{ Н}, \quad (1)$$

де Q - навантаження, кг;

l_1 - відстань від точки навантаження до осі кріплення важеля, м;

l_2 - відстань від осі кріплення важеля до точки його дії на нажимну планку, м.

Силу, що діє на втулку розраховуємо:

$$P = \frac{P' \cdot l_3}{l_4} = 2P', \text{ Н} \quad (2)$$

де l_3 - відстань від точки дії важеля на нажимну планку до осі кріплення планки, м;

l_4 - відстань від осі кріплення нажимної планки до точки прикладення навантаження на втулку, м.

Після проведення необхідних розрахунків встановлено, що в точці контакту тиск складає: $P=11$ мПа.

Знаючи силу тиску можна розрахувати силу тертя, оскільки тертя відбувається за однорідним матеріалом Сталь ШХ-15, то коефіцієнт тертя буде рівний: $F_1=0,1 \cdot P$.

Таблиця 1 – Вплив навантаження на силу тертя і силу тиску в трибоспряженні без змащувального матеріалу

Варіант	Сила тертя (F), Н	Сила тиску (P), Па
Без вантажу	8	21,05
1 вантаж	16	42,1
2 вантажі	24	63,15

Маса одного вантажу - 480 г.

За отриманими даними будуюмо графік залежності сили тертя від навантаження.

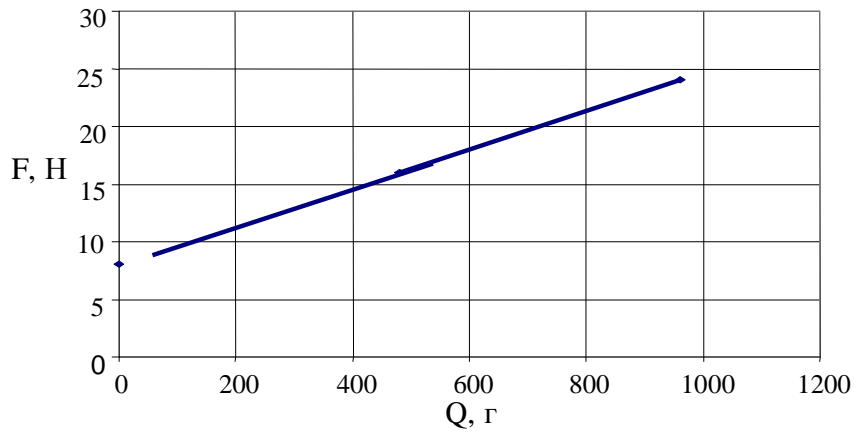


Рисунок 3 – Графік залежності сили тертя від навантаження.

Після того, як протарирували шкалу амперметра, який показує навантаження двигуна залежно від кількості вантажу на плечі, проводимо наступний експеримент, при якому були використані вантажі масою: 50, 100, 200, 480 г. Отримані дані заносимо в таблицю 2.

Таблиця 2 - Тарування амперметра

Маса вантажу, г	0	50	100	200	480
Сила струму (свідчення амперметра), А	3,25	3,5	3,75	4,15	4,95

З отриманих даних будуюмо графік залежності сили струму від маси вантажу (рис. 4).

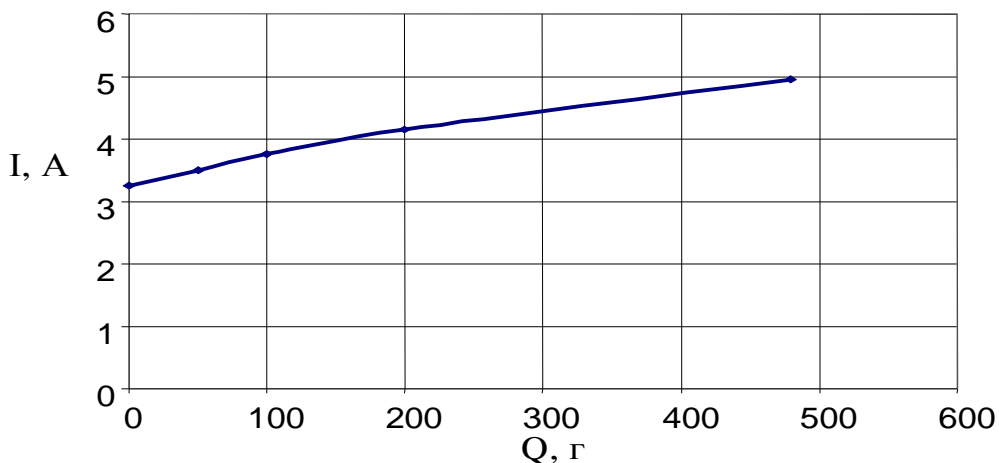


Рисунок 4 - Графік залежності сили струму від маси вантажу

Виміри зносу і сил тертя проводилися через кожні 70 м шляху тертя (1 хвилина). Замірялася ширина лунки зразка (колодки), що отримується при зносі колодки по ролику, з наступним перерахунком на об'єм зношеного матеріалу. Дані експериментів зведені в табл. 3.

Об'єми зносу, отримані перерахунком лунок зносу колодок представлені в таблиці 4.

Таблиця 3- Експериментальні дані зносу матеріалів в середовищі біопалива

Матеріал	h, мм	Шлях тертя, м													
		75м		150м		220м		290м		360м		430м		500м	
		I, А	B	I, А	B	I, А	B	I, А	B	I, А	B	I, А	B	I, А	B
МідьМЗ	7,8	2,5	2	2,6	2,4	2,8	2,6	2,0	2,7	1,5	2,7	1,7	2,7	1,7	2,8
ШХ15	9,6	1,5	0,3	2	0,4	2	0,5	1,5	0,6	1,5	0,6	2	0,6	2	0,65
СЧ20	6,7	2	0,8	2	1	2	1,1	2	1,2	2	1,3	2	1,4	2	1,5
Сталь45	7,0	3	0,5	2,9	0,6	2,8	0,7	2,9	0,8	2,9	0,85	2,9	0,9	2,9	1,0
А0	8,4	2	2,2	2	2,8	2	3,1	2	3,4	2	3,6	2	3,7	2	3,8

Таблиця 4- Знос об'єму металу в мм³ залежно від шляху тертя.

матеріал	Шлях тертя, м						
	75м	150м	220м	290м	360м	430м	500м
Мідь МЗ	7,57	9,36	10,3	11,2	11,7	11,9	12,1
ШХ15	1,8	2,4	2,95	3,36	3,55	3,8	4
Сч20	2,68	3,35	3,8	4,02	4,36	4,7	5
Сталь45	1,3	1,8	2,6	2,8	3,15	3,3	3,4
А0	11,5	14,7	16	17,5	18,5	19,5	20,3

Як видно з цих експериментальних даних, чорні метали, сталі і чавуни мають набагато менший об'ємний знос, чим алюмінієві і мідні сплави.

Отже об'ємний знос описуються наступними емпіричними залежностями [4]:

для міді МЗ об'ємний знос описується рівнянням:

$$V = -0,000001 S^2 + 0.025 S + 6,225, \text{ мм}^3 . \quad (3)$$

для сталі ШХ15 об'ємний знос описується рівнянням:

$$V = -0,0000018S^2 + 0.0032S + 2,85\text{мм}^3 . \quad (4)$$

де S - шлях тертя в м.

Висновки. Проведені дослідження показали, що наявність великої кількості водню в біопаливі дозволяє інтенсивно утворювати окисні плівки на поверхні металів, що знижує знос матеріалів. Найменший знос в середовищі біопалива мають конструкційні і інструментальні сталі. Найменшу стійкість до зношування в середовищі біопалива мають алюмінієві і мідні сплави. У чорних металів період припрацювання відбувається протягом 300 м відносного ковзання деталей. Кольорові метали і сплави стабілізують властивості зносу тільки після 500 м відносного переміщення (шляху тертя).

Список літератури

1. Дидур В.А. Особенности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники при использовании биодизельного топлива / В.А. Дидур, Надыкто, Д.П. Журавель // Тракторы и сельхозмашины – Москва, 2009 – №3.
2. Кичкин Г.И. Влияние меркаптанов на противозадирные свойства топлив для газотурбинных двигателей. Химия и технология топлив и масел / Г.И. Кичкин –1974. №3. – С.52-55.
3. Гаркунов Д.Н. Триботехника. / Д.Н. Гаркунов – М.: Машиностроение, 1985. – 424 с.
4. Журавель Д.П. Вплив метилових ефірів на процес зношування триботехнічних спряжень/ В.Б. Юдовинський, В.А. Дидур, Д.П. Журавель // Праці ТДАТУ – Вип. 8., т.4. – Мелітополь, 2008 .

УДК 665.6

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КАВІТАЦІЇ У ПЕРЕРОБЦІ ВУГЛЕВОДНОЇ СИРОВИНИ

Заваденко Д.І., магістрант;

Постол Ю.О., к.т.н.

Таврійська державна агротехнічна академія

259

Впливаючи на рідинне середовище енергією отриманої в результаті кавітації можна домогтися зміни її хімічного складу. Це необхідно при відділенні шкідливих домішок від вуглеводнів при нафтопереробці.

Постановка проблеми. Через відсутність промислових запасів нафти на Україні, є можливість одержати світлі нафтопродукти (стабільний бензин, гасовий ряд, дизельне паливо) переробляючи дешеві відходи хімічної промисловості. Для цього потрібно впливати на рідинне середовище енергією отриманої в результаті кавітації, змінюючи хімічний склад нафтопродуктів.

Формулювання цілей статті. Ціль статті полягає в поясненні причин появи кавітаційних зон, видів кавітації і можливості використання явища кавітації для переробки нафтопродуктів.

Основна частина. Фізична природа кавітації, умови її виникнення і наслідки.

Кавітація виникає при розриві щільного потоку руху рідини на окремих ділянках.

На цих ділянках розрив щільного потоку рухомої рідини, відбувається, тому що місцевий тиск знижується до деякого критичного значення при даній температурі, а також коли відбувається закипання рідини з утворенням парогазових пузирів. Ці парогазові пузири швидко зростають в об'ємі при збільшенні швидкості руху рідини або зниженні тиску.

Наприклад, при русі рідини через місцеве звуження труби (рис. 1).

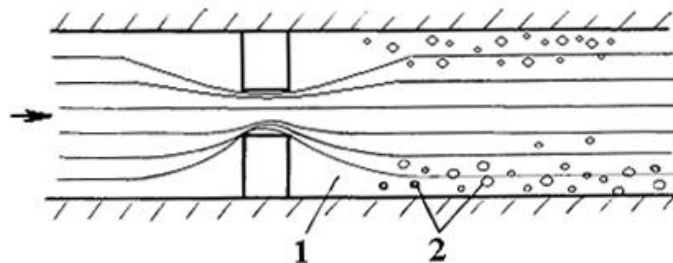


Рисунок 1 – Схема утворення кавітаційної зони при русі рідини в трубі з місцевим звуженням: 1 – зона зниженого тиску; 2 – парогазові пузири.

І так якщо в потоці рухомої рідини, присутні розтягувальні напруги, росте число кавітаційних (парогазових) пузирів. Вони повністю заповнюють собою область захоплену кавітацією, утворюючи великі каверни, постійно зв'язані з обтікаючим тілом або несучою поверхнею. А сам рух потоку здобуває струминний характер.

Утворення кавітаційних пузирів має багато загального з кипінням рідини, у зв'язку з чим ці два процеси часто ототожнюються: а критичний тиск, при якому починається кавітація розглядають як тиск насиченого пару рідини при даній температурі.

Явище кавітації було теоретично передбачено Рейнольдсом задовго до того, як його вперше виявили при випробуванні ескадреного міноносця англійського військово-морського флоту "Дэринг" у 1893 році.

Швидкість міноносця була значно нижче передбачуваної, що було викликано погіршенням характеристик гвинта, унаслідок виникнення пузирів пару на його лопатках.

Після невдач з кораблем "Дэринг" почалося інтенсивне вивчення хімічних, фізичних і технічних аспектів кавітації.

З'ясувалося що, при обтіканні лопаток гребного гвинта швидкохідних судів на їхній поверхні виникає розрідження, величина якого визначається швидкістю поступального руху і обертання рушія, а також ступенем нерівномірності потоку, що набігає на рушій унаслідок нахилу осі гребного вала до осьової лінії.

На першій стадії, характерної для невеликих швидкостей потоку, гідродинамічні характеристики гребного гвинта не змінюються.

При значній турбулізації потоку настає друга стадія кавітації: коефіцієнт корисної дії (ККД) гвинта знижується через зменшення опору, що розвивається рушієм, швидкість руху судна знижується, з'являється вібрація.

При влученні в зону підвищеного тиску парогазові бульбашки миттєво знижуються і, якщо це відбувається поблизу стінки поверхні деталі (рис. 2), то місцеві імпульси тиску які утворюються при цьому настільки великі на поверхні лопатки, що приводять до руйнування практично усіх відомих матеріалів (рис. 3).

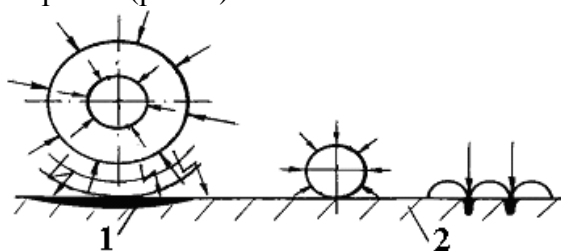


Рисунок 2 - Схема утворення кавітаційної зони при змиканні парогазових бульбашок:
1 - зона зниженого тиску поблизу граничної поверхні зі сферичною симетрією і утворенням ударних хвиль; 2 - при торканні граничної поверхні з утворенням швидкісних кумулятивних мікроструменів.

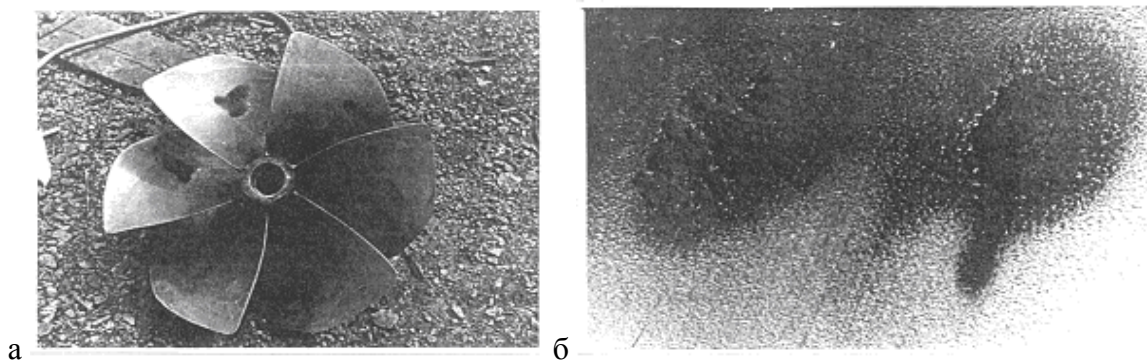


Рисунок 3 - Кавітаційно-ерозійне руйнування гребного гвинта судна: а) загальний вид кавітаційно-ерозійного руйнування гвинта; б) характер локальних поверхонь.

Кавітація так само, дуже суттєво впливає на роботу рідинних насосів. Досліджуючи зміни характеристик насосів які працювали на різних режимах, було встановлено, що погіршення характеристик залежить від ступеня розвитку кавітації. Звичайно розрізняють початкову, частково розвинену, цілком розвинену кавітацію.

При "початковій кавітації" – з'являються перші ознаки кавітації: слабке зусилля шумів, з'являється в невеликій кількості перші кавітаційні бульбашки, вони утворюють несталу кавітаційну зону.

Початкова кавітація на зовнішні характеристики насоса практично не впливає.

При "частково розвиненій кавітації" - спостерігаються такі явища як: значне підвищення шуму, місцеве підвищення швидкості течії і поява вторинного руху рідини, що веде до підвищення гідравлічних утрат. Це веде до значних погіршень зовнішніх характеристик насоса. При "цілком розвиненій кавітації" зовнішні характеристики насоса стають зовсім не прийнятними. Робота насоса неможлива, тому що при цьому режимі він не піддається керуванню.

Проаналізувавши вище викладене, можна сказати що: початкова кавітація на роботу насосів практично не впливає. Частково розвинена кавітація значно погіршує продуктивність і ККД насоса. При цілком розвиненій кавітації експлуатація насосів не доцільна.

Повільний ріст пазирів наповнених газами або повітрям у результаті дифузії називається "газовою кавітацією".

Раптове, миттєве розширення дає пазирі, наповнені переважно паром - "парова кавітація".

Виділимо основні причини зменшення абсолютного тиску рідини до якоїсь критичної величини, що викликає кавітацію:

1. Причини загального падіння тиску в системі:

- зменшення атмосферного тиску;
- зменшення абсолютного тиску в системі, зв'язане з особливостями експлуатації насоса (наприклад, у випадку відкачування із посудини, що знаходиться під розрядженням);
- зменшення геодезичної висоти усмоктування більш ніж рекомендоване значення.

2. Причини місцевого зниження тиску.

- через додаткові втрати тиску в усмоктувальній лінії або робочому колесі насоса;
- збільшення швидкості рідини внаслідок збільшення числа обертів насоса;
- відхилення ліній струму від їхньої нормальної траєкторії, що має місце на повороті або при обтіканні яких-небудь тіл;
- у наслідок відриву і зниження потоку.

Усе вище перераховане характеризує гідродинамічну кавітацію. Але існує ще кілька способів створення кавітаційного поля:

а) акустична кавітація – виникає при поширенні в рідині акустичних хвиль;

б) кавітація одержувана методом впливу на рідину могутнього сфокусованого лазерного імпульсу;

в) в останні роки був виявлений новий ефект – коливання одиночного кавітаційного пазиря в стоячій звуковій хвилі в однопазирьковій камері.

Явища що мають кавітаційну природу можуть бути викликані такими ефектами як:

- електричний пробій у рідині;
- утворення і рух пазирів у мастильній рідині, між третьювими поверхнями;
- детонація ряду вибухових речовин при ударі;
- виникнення пазирів при проходженні часток високих енергій через рідину;
- створення кавітації при фокусуванні ударних хвиль у рідині.

Найбільших розмірів, декількох сантиметрів, кавітаційні пазирі можуть досягати при гідродинамічній і лазерній кавітації.

При схлопуванні кавітаційних пазирів за короткий час (менш 10 мкс) відбувається розігрів газу до високих температур (більш 1000оС) і розвиваються високі тиски (більш 100 МПа).

Ці генеруванні фізичні процеси обумовлюють хімічний ефект кавітації, іншими словами якщо впливати на рідинне середовище енергією отриманої в результаті кавітації ми можемо домогтися зміни її хімічного складу.

У промисловості цей метод не знайшов широкого застосування, в основному через відсутність високопродуктивних технологічних апаратів, що генерують кавітацію і передають енергію оброблюваного рідинного середовища.

Але останнім часом з'явилася тенденція створення приватних науково-виробничих підприємств, що проектують обладнання для переробки вуглеводної сировини невеликої продуктивності, виготовляється це обладнання на спеціалізованих підприємствах хімічного машинобудування, і експлуатують його на своїх експериментальних ділянках.

Висновки. Впливаючи на рідинне середовище енергією отриманої в результаті кавітації можна домогтися зміни її хімічного складу. Це необхідно при відокремленні шкідливих домішок від вуглеводнів при нафтопереробці.

Список використаних джерел.

1. Пилипенко В.В. Кавитационные автоколебания и динамика гидросистем / В.В.Пилипенко. – М.: Машиностроение, 1977, 352с.
2. Карелин В.Я. Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах/ В.Я. Карелин . – М.: Машиностроение, 1975, 335с.



Відновлювальні і нетрадиційні джерела енергії

УДК 620.92:631.371

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

Сокірба Д.О., 4 курс
Адамова С.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена аналізу шляхів раціонального використання в технологічних процесах агропромислового виробництва енергії сонячної радіації та вітру, які розглядаються у зв'язку із сучасним станом енергетики.

263

Постановка проблеми. Ефективне енергозабезпечення агропромислового комплексу вимагає аналізу специфіки виробництва, його особливостей, факторів, що охоплюють технологічні вимоги, характеру надходження і розподілу енергії, принципів оцінки доцільності використання відновлювальних джерел енергії для кліматичних умов України.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний стан енергетики дає можливість зробити висновки, що виконання енергозберігаючих заходів, збереження сталого енергозабезпечення неможливе без залучення нових джерел енергії. Це примушує розвивати роботи з використання нетрадиційних видів енергії – поновлюваних джерел енергії (ПДЕ). Ефективне енергозабезпечення агропромислового виробництва вимагає збалансованості дій з виробництва енергії, пошуку нових засобів енергозбереження, гармонійне сполучення їх з відомими, а споживання енергії повинне знаходитись на рівні, що відповідає поставленим економічним і соціальним цілям (1).

Мета статті. Виконати теоретичне обґрунтування раціонального використання в технологічних процесах агропромислового виробництва економічно доцільних рішень застосування енергії сонячної радіації та вітру.

Основні матеріали дослідження. Основою діяльності агропромислового виробництва є надійне та гарантоване енергозабезпечення, що безпосередньо впливає на продовольчу безпеку держави.

На кожному етапі свого розвитку, перед людством постає проблема необхідності забезпечення всіх жителів Землі продуктами харчування, що вимагає зростаючих витрат енергії. В технічно розвинутих країнах на виробництво продуктів харчування в сільському господарстві витрачається, в основному, високоякісні види енергії - рідке паливо, газ, електроенергія. В той же час, ресурси цих видів енергії в світі обмежені, і приріст їх величин із кожним роком стримується витратами на добуток та транспортування. Міжнародна енергетична рада вважає, що до 2020 р. споживання енергії зросте на 50...70%. В зв'язку з цим виникає вимога знайти можливість раціонального використання наявних ресурсів, тобто введення енергозберігаючих заходів, щоб знизити потребу в енергоресурсах та енергоносіях на виробництво одиниці продукції. Як наслідок цих дій - визначення співвідношення рівнів економіки та енергетики для досягнення поставлених життєво необхідних цілей (2).

До основних видів ПДЕ, що можуть і вже знаходять використання в сільськогосподарському виробництві, відносяться енергія сонячної радіації та вітру.

Специфіка сільськогосподарського виробництва характеризується такими основними особливостями:

- нерозривний зв'язок з біологічними об'єктами;
- різнотипність технологічних установок з різними режимами роботи;
- відносно невелика потужність сільськогосподарських машин, сезонність та невелике число годин використання їх протягом доби;
- віддаленість та розосередженість об'єктів в господарському комплексі.

Все це вимагає зваженого підходу до впровадження геліовітроенергетичного обладнання в технологічний процес, ключовою проблемою якого є узгодження енергопотоків над-

ходження енергії сонячної радіації та вітру з енергопотоками потреб споживачів технологічних процесів сільськогосподарського виробництва.

Забезпечення споживача енергією для технологічних процесів за рахунок використання енергії сонячної радіації та вітру можливе здійснюватись як від одного джерела, так і від комплексного їх використання. При цьому необхідно розглядати можливість часткового та повного заміщення традиційних енергетичних джерел. Прийняття рішення настає при визначені області наближення двох критеріїв: мінімуму рівня енерговитрат на створення технічного засобу та економічної ефективності впровадження даної установки. Пріоритет кожного з двох показників окремо не справджується, так як на сьогодні проходить їх одночасна зміна.

Рівняння балансу в енергозабезпеченні в сільськогосподарського об'єкта має вигляд

$$E_{СП} = E_{sw} + E_T + E_A, \quad (1)$$

де $E_{СП}$ – кількість енергії необхідної споживачу;
 E_{sw} – кількість енергії, що отримується від ПДЕ;
 E_T – кількість енергії від традиційних джерел;
 E_A – кількість закумульованої енергії.

Відношення двох частин рівняння буде визначати коефіцієнт енергозабезпечення споживача

$$K_o = \frac{E_{sw} + E_T + E_A}{E_{СП}}. \quad (2)$$

Чисельник виразу характеризує забезпечення споживача від енергії сонячної радіації та вітру або від традиційних джерел, величина яких може регулюватися акумулюючим пристроєм. При $E_T = 0$ – буде випадок автономного енергозабезпечення споживача від енергії сонячної радіації та вітру. В той же час, питання економії енергоресурсів вимагає, щоб частка ($E_{sw} + E_A$) була б більшою за E_T . Проте, при цьому обмежуючим фактором є «закон зменшення прибутку», при якому бажання забезпечити повне заміщення традиційних джерел, призводить до зростання витрат на технічні засоби, які використовують енергію сонячної радіації та вітру. Питання оцінки величини надходження енергії від поновлюваних джерел, залежить від ряду факторів, що охоплюють технологічні вимоги виробництва як за потужністю так і в часі.

Варто відмітити нерівномірний характер розподілу енергетичних показників енергії сонячної радіації та вітру на протязі терміну їх використання. При чому пікове значення енергії сонячної радіації приходяться на літні місяці, а енергії вітру в інші періоди року. Цей факт дає можливість комбінованого застосування енергії сонячної радіації та вітру в технологічних процесах, що мають річний цикл.

В галузях рослинництва був проведений аналіз впливу енергії сонячної радіації та вітру на заміщення традиційних енергоресурсів для наступних основних електрифікованих технологічних процесів:

- сушіння сіна активним вентиляванням;
- виробництво трав'яного борошна;
- в спорудах закритого ґрунту;
- очищення та сушіння зерна;
- переробка та оберігання овочів.

При заготівлі сіна з використанням активного вентилявання, сушіння здійснюється або холодним повітрям, або теплим, яке підігрівають в електрокалорифері

Технологічний процес проходить, в основному, в літній період, коли на території країни рівень енергії вітру незначний. В цьому процесі необхідне використання енергії сонячної

радіації для попереднього підігрівання повітря. Як показують результати досліджень підігрівання повітря на 50 °С дозволяє інтенсифікувати процес досушування при незмінних витратах повітря в 1,8 рази, що зменшує час вентилявання.

Аналіз енергоспоживання в спорудах закритого ґрунту проводився за такими основними процесами: вентиляція, зрошення, опромінення розсади, підігрівання води для зрошення.

Енергію вітру необхідно використовувати для електропостачання вентиляторів і насосів. Енергію сонячної радіації необхідно застосовувати для підігрівання поливної води весняний та літній періоди.

На зерноочисних та сушильних пунктах енергія споживається для виконання розвантаження та завантаження, транспортних операцій між окремими машинами, очищення та сортування зерна, створення потоку повітря та його підігрівання для сушіння.

Сезон переробки овочів припадає на кінець липня – середину жовтня, що збігається з періодом використання енергії сонячної радіації. Використання енергії сонячної радіації можливе для забезпечення гарячого водопостачання (550 °С), а також частково підігрівання технологічної води (85...900 °С).

В сховищах сільськогосподарської продукції виробничий сезон припадає від середини жовтня і до кінця квітня при зовнішній розрахунковій температурі -200 °С і з кінця вересня до початку травня в місцевостях з температурою -300 °С.

Технологічний цикл проходить в осінньо-зимово-весняний період, коли рівень надходження енергії вітру найбільший, а сумарної добової сонячної радіації – найменший. Перший вид енергії необхідно застосувати для забезпечення насосного та освітлювального обладнання.

Величина заміщення електроенергії за рахунок використання енергії вітру, в залежності від типу сховища і температури навколишнього середовища найбільш холодного періоду складає 3,6%...43,3%.

В галузях тваринництва був проведений аналіз впливу ЕСРВ на заміщення традиційних енергоресурсів для технологічного обладнання:

На противагу процесам рослинництва, в тваринництві немає різкої технологічної залежності від річної сезонності, тобто добовий графік споживання майже незмінний.

Санітарно-гігієнічні потреби в гарячій воді задовольняються повністю в доцільні періоди використання енергії сонячної радіації, що дозволить замістити 19,5...45,8% річних витрат традиційних енергоресурсів. Вплив енергії вітру на величину заміщення буде адекватний надходженню її в місце розташування об'єкта [3].

Висновок. Таким чином, проведена оцінка можливостей раціонального використання енергії сонячної радіації та вітру для об'єктів агропромислового комплексу, яка залежить від низки факторів, до яких слід віднести кліматичні, технологічні та економічні.

Список використаних джерел

1. Кулачиська С.С. Відновлювальні джерела енергії / С.С.Кулачиська // Тематичний цикл "Проблеми екології". - Київ, 1990. – Серія 12.
2. Алымов А.Н. Главный резерв электроэнергетики/А.Н.Алымов, Г.Е.Пухов, Ю.В.Пухов //Энерг. и электриф.1988.-№3.-С.7-12.
3. Корчемний М.О. Сонце і вітер в одній упряжці/ М.О.Корчемний, В.М.Головко //Мех.. сільськ. госп., 1988.-№4.-С.8-9.

УДК 620.92

АВТОНОМНА МІКРОГЕНЕРУЮЧА УСТАНОВКА ДЛЯ ОСВІТЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ З ВЕНТИЛЯЦІЙНИМ КАНАЛОМ

Соловей Д.О., 11 клас;

Верещагін Д.В., 5 курс;

Жарков В.Я., к.т.н.

*Мала академія наук України, Мелітопольська спеціалізована школа №23,
Таврійський державний агротехнологічний університет*

Для короткочасного освітлення приміщення з вентиляційним каналом пропонується екологічно чистий пристрій з використанням мікроповітряної турбіни і світлодіодів.

266

Постановка проблеми. Вважаємо тему дослідження актуальною, оскільки вона спрямована на економію електроенергії у власному помешканні та на продовження терміну експлуатації енергозберігаючих ламп. Розроблена нами система дозволяє зменшити витрати електроенергії на освітлення приміщення з вентиляційним каналом, як то ванна кімната, туалет чи кухня (адже ми часто забуваємо вимкнути світло), а головне, запобігти передчасному пошкодженню освітлювальних енергозберігаючих ламп через їх часте вмикання.

Аналіз останніх досліджень. В більшості багатоквартирних будівель передбачена природна вентиляція. Свіже повітря потрапляє в кімнати здебільшого через проміжки у вікнах (між стулкою та рамою і т.д.), звідти через щілини під дверми рухається у коридор, а звідти – до вентиляційних ґраток у ванній кімнаті та кухні, поглинаючи дорогою різноманітний бруд. Саме цей рух повітря – від вікон до вентиляційних каналів – може бути використаний у якості джерела енергії.

Звісно, швидкість повітряного потоку у вентиляційному каналі залежить від швидкості вітру ззовні будівлі та різниці температур всередині і ззовні будинку.

Мета статті. Теоретично обґрунтувати і розробити систему освітлення приміщення з вентиляційним каналом за рахунок мікроповітряного генератора (МПГ).

Основні матеріали дослідження. Протягом 6 діб ми вимірювали швидкість повітряного потоку U у вентиляційній шахті та швидкість вітру на вулиці за допомогою крильчастого анемометра. Отримані дані було зведено до таблиці 1.

Таблиця 1 - Швидкість повітря на вулиці у вентиляційній шахті

День тижня	Швидкість вітру на вулиці, м/с	Швидкість повітряного потоку у вентиляційній шахті, м/с
1	2,9	1,5
2	3,5	1,8
3	1,5	1,7
4	3,6	1,9
5	1,6	1,8
6	2,2	2,5
Середня швидкість повітряного потоку у вентиляційній шахті, м/с		1,866

Під час замірів швидкості температура в квартирі і на вулиці була практично однаковою, тому в таблиці 1 вона відсутня.

Завдяки отриманим даним нами було виявлено середню швидкість повітряного потоку у вентиляційній шахті – $U=1,866$ м/с. Для зручності у розрахунках нами буде використана середня швидкість $U=2$ м/с.

Розрахунок потужності на валу вітроколеса

Потужність на валу вітроколеса (ВК) визначається за формулою [1,3]

$$P = C_p \pi D^2 \rho \frac{U_0^3}{8} \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт потужності, максимальне значення $16/27 \approx 0,593$ [1,3], зазвичай $C_p=0,3 \dots 0,4$ залежно від якості вітротурбіни [1,3];

D – діаметр ВК, приймаємо за діаметром отвору в повітряному каналі, $D = 0,01$ м;

ρ – густина повітря ($\rho \approx 1,2 \dots 1,3$ кг/м³);

U_0 – розрахункова швидкість вітру, м/с; із таблиці 1.1. $U_0 = 2$ м/с.

Після незначних перетворень формула (1.1) приймає вигляд [3].

$$P = (0,15 \dots 0,2) D^2 \cdot U^3. \quad (2)$$

Тоді $P = (0,15 \dots 0,2) \cdot 0,01^2 \cdot 2^3 \approx 0,00012 \dots 0,00016$ кВт $\approx 0,12 \dots 0,16$ Вт.

Максимальна потужність ВЕУ при $U_{\max} = 2U_0 = 4$ м/с, $P_{\max} = 0,96 \dots 1,28$ Вт.

Коефіцієнт швидкохідності Z – відношення швидкості U_l кінців лопатей вітроколеса до швидкості вітру U_0 [1,3]

$$Z = \frac{U_l}{U_0} = \frac{R\omega}{U_0}, \quad (3)$$

Оптимальний коефіцієнт швидкохідності для n -лопатевого ВК ($n=8$) [1]

$$Z_o = \frac{4 \cdot \pi}{n} = \frac{4 \cdot 3,14}{8} \approx 1,6. \quad (4)$$

Для трилопатевого ВК коефіцієнт швидкохідності становитиме $Z_0 = 4$.

Із формули (4) визначаємо оптимальну кутову швидкість ω_0 і частоту обертання n_0 ВК [1, 3]

$$\omega_0 = Z_o \cdot \frac{U_0}{R} \text{ рад/с, } n_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} \quad (5)$$

$$\omega_0 = 1,6 \cdot \frac{2}{0,05} = 64 \text{ рад/с, } n_0 = \frac{64}{2 \cdot 3,14} \approx 10 \text{ с}^{-1}.$$

Для трилопатевого ВК $\omega_0 = 160$ рад/с, $n_0 = 25$ с⁻¹.

Лінійна швидкість кінців лопатей при оптимальній частоті обертання [1,3]

$$U_l = R \cdot \omega_0; \quad (6)$$

$$U_{l1} = 0,05 \cdot 64 = 3,2 \text{ м/с; } U_{l1} = 0,05 \cdot 160 = 8 \text{ м/с.}$$

В якості генератора постійного струму (ГПС) можна вибрати мікродвигун постійного струму для приводу електрифікованих іграшок [2].

У колишньому СРСР щорічно випускалося до 10 млн. мікроелектродвигунів, призначених для приводу електромеханічних іграшок. Їх виробництво в основному здійснювали підприємства легкої промисловості [2].

Мікродвигуни для іграшок є колекторними машинами постійного струму зі збудженням від постійних магнітів, що задовольняють вимогам ОСТ 17-648-76. Живлення двигунів здійснюється від хімічних джерел струму - гальванічних елементів різних типів. Напрямок обертання якоря не обмовляється, можливий реверсивний режим.

Номинальні напруги живлення генераторних двигунів встановлені в діапазоні 3 - 4,5 В. У технічних умовах і паспортних даних вказуються для заданої номінальної напруги робочі показники двигуна при номінальному навантаженні і в режимі холостого ходу. Однак у

реальних умовах експлуатації машини працюють при нарузі живлення, що змінюються в широкому діапазоні від номінальної вниз у міру розряду гальванічного елемента. При виборі двигуна для приводу конкретної іграшки звичайно враховується вимога її нормального функціонування при зниженні напруги живлення до $0,5 U_{ном}$. Таким чином, тривалість нормальної роботи електрифікованої іграшки визначається правильним вибором джерела живлення.

Мікродвигуни вітчизняного виробництва для іграшок мають магнітопровід якоря, виконаний у вигляді тризубцевого пакета, шихтованих з штампованих листів електротехнічної сталі (рис. 1). Петльова обмотка якоря, що має три укорочені секції, намотується безпосередньо на зубці пакета і з'єднується в зірку або трикутник. Початок кожної секції приєднується до колекторної пластини. Живлення двигуна здійснюється через щітковий вузол, змонтований в кришці машини, і триламельний циліндричний колектор, напресований на вал якоря [2].

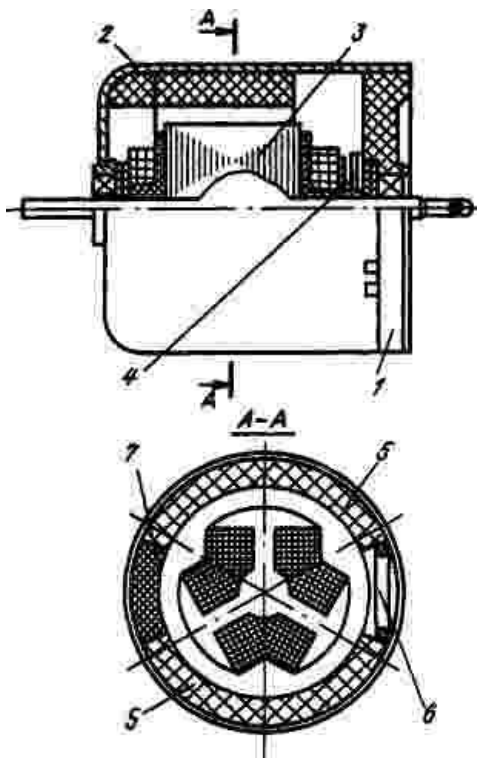


Рисунок 1 - Мікродвигун з тризубцевим якорем: 1 - щит, 2 - корпус; 3 - якір; 4-колектор, 5 - постійні магніти; 6 - скоба, 7 – прокладка.

Виходячи із наявних можливостей як генератор вибираємо мікродвигун постійного струму із збудженням від постійних магнітів китайського виробництва типу qh 4-4451.

Його номінальні дані (орієнтовно визначені дослідним шляхом) наведені в табл. 2.

Таблиця 2 - Технічні дані двигуна типу qh 4-4451

Тип двигуна	$U_{ном}$	$I_{ном}$	$P_{ном}$	$n_{ном}$	$I_{х.х}$	$n_{х.х}$	ККД	Маса,
	В	А	Вт	об/хв	А	об/хв	%	г
qh 4-4451	4	0,96	2	4200	0,2	5100	26	37

При зменшенні швидкості повітряного потоку у 2 рази, тобто при $U=2$ м/с, потужність ВК, а отже і генератора зменшиться у 8 разів і становитиме 0,25 Вт.

На теперішній час існує широке різноманіття джерел світла: звичайні лампи розжарювання (ЛР), енергозберігаючі лампи, зокрема, зручні для користування компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) і світлодіодні джерела світла (ДС).

ЛР – найбільш дешеві, але мають дуже низький ККД (5%) і малий строк експлуатації - приблизно 1000 год.

КЛЛ - мають ККД в 5 разів більший – 25%, і строк експлуатації - 8...12 тис. год., але в декілька разів дорожчі, ніж ЛР. Проте головний недолік вони - потребують спеціальної утилізації, оскільки містять 5...7 мг парів ртуті, що є отруйною речовиною.

Світлодіодні ДС – мають самий високий ККД – до 80%, і строк експлуатації до 100 тис год. СД не бояться частих комутацій, їх застосовують у індикаційній техніці, при побудові світлодіодних ДС (інформаційні табло, світлофори, ліхтарики, гірлянди тощо) [4]. Отже для МПГ найбільш прийнятним джерелом світла є світлодіод.

Найбільш простою і надійною схемою МПГ є приєднання світлодіода HL1 до ГПС через випрямний діод VD і струмообмежувальний резистор R1. Номінали вказані на схемі (рис. 2).

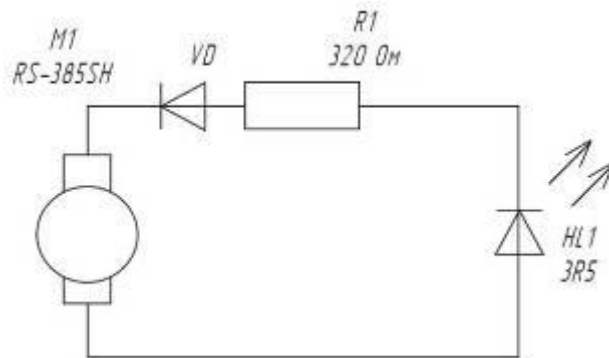


Рисунок 2 – Схема підключення світлодіода до генератора через діод і струмообмежувальний резистор.

Все було б добре, якби напрям руху повітря в каналі не змінювався на зворотний. В цьому випадку вірогідне пошкодження діода VD або світлодіода HL1.

Тому нами запропонований варіант приєднання світлодіода HL1 до генератора (в ролі якого використано двигун M1) через двонапівперіодний випрямляч VD1...VD4 і струмообмежувальний резистор R1. Конденсатор C1 призначений для згладжування пульсацій (рис.3) [5].

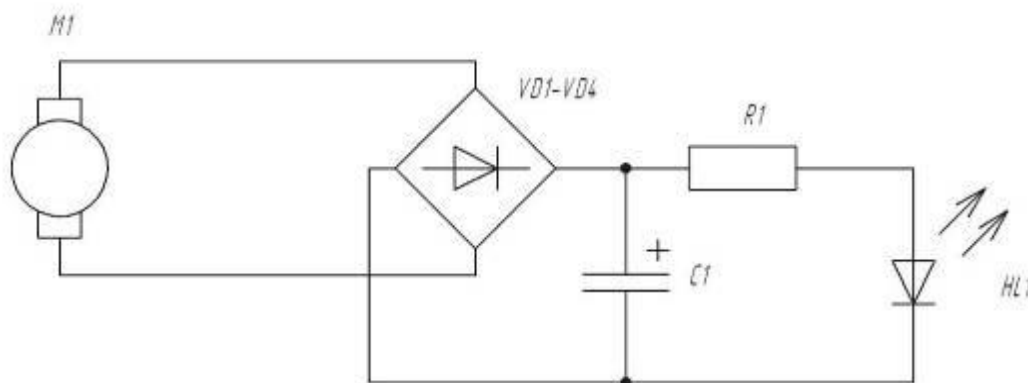


Рисунок 3 – Схема підключення світлодіода до ГПС через випрямляч і струмообмежувальний резистор.

Однак випрямляч VD1... VD4 має збільшений внутрішній опір. Тому напруги на його виході може бути недостатньо для світіння світлодіода HL1 [5].

Для усунення цього недоліку запропоновано світлодіоди вмикати зустрічно паралельно (без випрямляча). Залежно від напрямку обертання якоря генератора буде мінятися полярність на його затисках, і світлитися буде тільки той світлодіод, полярність якого відповідає полярності на затисках генератора G1.

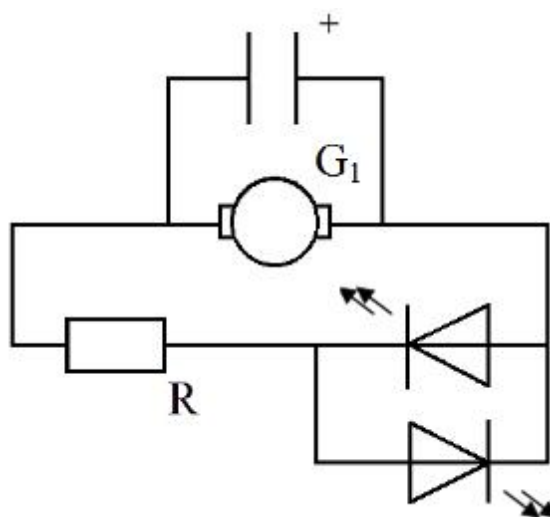


Рисунок 4 – Схема підключення 2-х зустрічно паралельно увімкнутих світлодіодів до генератора через резистор через випрямляч і струмообмежувальний резистор.

Недолік розглянутих схем (рис. 3 і 4) в тому, що світлодіоди будуть світитися весь час, і вдень і вночі. А в потрібну хвилину можуть відмовити із-за відсутності протягу. Тому запропонована нами схема потребує подальшого удосконалення з використанням акумуляторів і фотореле.

Висновок. Практичне значення отриманих результатів полягає у зменшенні витрат електроенергії у квартирі та збільшенні терміну експлуатації освітлювальних енергозберігаючих ламп загального використання. Використання даної розробки дозволяє зберегти 3...5 кВт·год електроенергії на місяць порівняно з звичайним електричним освітленням, а головне, подовжити на 30...40 % термін експлуатації звичайних освітлювальних ламп, завдяки непотрібному частому їх вмиканню.

Список використаних джерел

1. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр Пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 391 с.
2. Справочник по электрическим машинам в двух томах. Том 2/ Под. общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 688 с.
3. Жарков В.Я. Принципи конструювання малопотужної ВЕУ / В.Я. Жарков // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: вісник ХДТУСГ. - Харків, 2003. - Вип.19, т.2. - С. 24-29.
4. Берг А. Светодиоды/А. Берг, П. Дин / Пер. с англ. под ред. А.Э.Юновича. - М., 1979.
5. Федосеева Е.О. Основы электроники и микроэлектроники: Учебник/ Е.О. Федосеева, Г.П. Федосеева. - М.: Искусство, 1990. – 240 с.

УДК 628.511.633.85

ВПЛИВ РЕЖИМІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ М'ЯТКИ РИЦИНИ НА ОЛІЄВІДАЧУ

Буряк Д.В., 5 курс;

Дідур В.А., д.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Про проблеми дефіциту енергоресурсів та економічно ефективного отримання альтернативних джерел енергії.

271

Постановка проблеми. Проблема нестачі енергоресурсів з'явилася не вчора, як і спроби, вирішити її за рахунок альтернативних джерел енергії. Через подорожчання викопних енергоресурсів і загрози глобальної зміни клімату актуальність цієї проблеми з часом тільки зростає. Одним з таких джерел енергії є біодизель, що володіє властивостями, близькими до традиційного дизельного палива, з вмістом енергії близько 88% від нафтового аналога. Але який, при цьому, є екологічно чистим і поновлюваним джерелом енергії.

В якості сировини для виробництва біодизелю ефективно використання рицини, яка при правильній переробці здатна виробити до 1500 літрів масла з одного гектара землі на рік. Олійність рицини становить 54-56% від загальної маси і при правильному віджиманні, можливо отримати до 95% олії, витративши при цьому мінімум енергоресурсів [1].

Аналіз останніх досліджень. В м'ятці після подрібнення насіння або ядер за рахунок сильно розвиненої поверхні масло міцно утримується величезними силами міжмолекулярної взаємодії, величина яких набагато перевищує тиск, що розвивається сучасними пресами, застосовуваними для віджиму.

При цьому необхідно дотримуватися умови, щоб зберегти природну цінність масла, а також макухи і шроту. Умови повинні забезпечити найменшу денатурацію білків і інактивацію ферментів, детоксикацію макухи і шротів (для рицини, бавовни, сої) [2].

Мета статті. Метою статті є розгляд впливу теплової обробки м'ятки рицини на олієвіддачу та вибір оптимальних параметрів теплової обробки.

Основні матеріали дослідження.

Для найбільш повного вилучення олії з насіння рицини пресовим способом необхідно здійснити максимальне руйнування її клітинної структури. З цією метою виконуються наступні основні технологічні операції: обрушення, волого-теплова обробка і пресування.

Кондиціонування по вологості і температурі в виробництві рослинних масел - один з основних процесів підготовки матеріалу до віджиму, відомий під назвою волого-теплова обробка або смаження.

В результаті волого-теплової обробки досягаються:

- оптимальні умови, що забезпечують віджимання масла;
- оптимальна пластичність мезги, необхідна для формування брикету макухи;
- оптимальні пружні властивості, необхідні для формування міцної черепашки;
- менша в'язкість масла для кращого його витікання;
- інактивація ферментної системи м'ятки.

Найбільш ефективним є «вологе» смаження, яке виконується в два етапи:

1. Зволоження і швидкий нагрів м'ятки з доведенням вологості до оптимальної початкової вологості при смаженні,

2. Висушування зволоженою м'ятки з доведенням її вологості і температури до значень, оптимальних для віджиму масла.

М'ятка, яка піддається смаженню, має дуже складний ферментний склад, різний для насіння різних масляних культур. Вона містить весь набір ферментів, характерний для живого насіння.

В процесі смаження при підвищенні вологості і температури в перші хвилини активність ферментної системи м'ятки зростає (приблизно до температури 65°C). При подальшому

нагріванні при певних значеннях вологості і температури активність досягає максимуму, потім знижується до повної інактивації. Контроль проводять по кислотному числу.

Практично інактивація ферментної системи досягається при нагріванні м'ятки до 80 - 85°C протягом короткого проміжку часу (30 - 40 с) з одночасним зволоженням і перемішуванням. Здійснюють її в пропарочних шнеках (інактиваторах) перед смаженням.

Різні масляні культури мають характерні для них групи ферментів, білкових, фарбувальних та інших речовин, які по-різному проявляють свої властивості при волого-тепловій обробці, тому вимагають різних режимів при інактивації і смаженні.

Для насіння рицини інактивація має особливо велике значення, так як вони мають найбільш активну ліпазу. При нагріванні в інактиваторі до 80 - 90 °С і вологості 8 - 10% кислотне число пресових масел знижується в середньому на 0,6 - 0,8 мг КОН в порівнянні з маслом, отриманим при звичайному способі смаження [2, 3].

При «вологому» приготуванні мезги дія води є основним фактором, від якого залежить повнота подальшого відділення масла. При зволоженні м'ятки відбуваються такі зміни:

- поглинання води гідрофільними частками м'ятки;
- набухання гелієвої частини м'ятки;
- агрегування часток один з одним;
- збільшення пластичності м'ятки;
- ослаблення зв'язування масла в м'ятці.

Поглинання води і набухання м'ятки є основним процесом. Вода як рідина дуже добре змочує гідрофільну поверхню частинок м'ятки, при цьому витісняє масло з цих поверхонь. Крім того, вода проникає в товщу часток, спостерігається так зване об'ємне набухання. Додатково вода поглинається гелієвими областями. При набуханні ділянок відбувається зменшення вільних просторів і видавлювання з них масла.

Швидкість поглинання води частинками м'ятки залежить: від умов зволоження; від способу введення води і інтенсивності перемішування при цьому; від олійності м'ятки (чим більше олійність, тим повільніше поглинається вода).

В процесі набухання змінюються фізичні властивості м'ятки: від температури збільшується пластичність і плинність гелієвої частини; зростає частка пластичних деформацій і знижується частка пружних деформацій при механічному впливі на м'ятку.

Масло і вода конкурують у боротьбі за поверхню частинки, в результаті якої відбувається витіснення масла водою. Масляні краплі в процесі витіснення збільшуються, їх зв'язок з гідрофільною гелієвою поверхнею часток послаблюється.

Агрегація частинок м'ятки відбувається за рахунок міжмолекулярної взаємодії сусідніх частинок, причому як за рахунок гідратних оболонок, так і за рахунок масляних. При цьому зменшується питома площа поверхні м'ятки, що сприяє зменшенню зв'язку з нею м'ятки. Так при збільшенні вологості м'ятки з 3,5 до 10,9% питома площа поверхні м'ятки рицини зменшується з 6,25 до 1,5м²/г.

При впливі температури посилюється тепловий рух молекул масла, спостерігається ослаблення міжмолекулярних сил зчеплення. Це призводить до зниження в'язкості масла і збільшення його плинності, що сприяє більш повному його відділенню на наступних стадіях.

Дія пари на м'ятку складається з дії його як носія вологи і як носія тепла. При зіткненні пари з частками м'ятки спочатку відбувається його охолодження, і частина пари конденсується. Крім того, на частки осідає вода, яка захоплюється сириим паром в капелино-рідинній формі і пар виступає як носій тепла, надалі йде жаріння глухим паром, тобто зневодненим.

Загальний ефект дії пара як носія вологи і тепла сильніше, ніж дія вологи і тепла окремо[3, 4]. Найбільш ефективний віджим олії можливий тільки в разі точного дотримання певних параметрів волого-теплової обробки м'ятки рицини.

Підготовку м'ятки до однократного пресування необхідно проводити наступним чином: грубо розплющене ядро рицини (м'ятка) перед надходженням в жаровню проходить інактивацію ферментної системи шляхом зволоженням і нагріву м'ятки протягом 30 секунд насиченим гострим паром до вологості 9,0 - 10,0% і температури 85 - 90 °С, після чого поступає в верхній чан жаровні. У наступних чанах мезга підсушується відразу трьома різними

способами: контактним - при зіткненні частинок м'ятки з нагрітими поверхнями жаровні; термовипромінюванням від нагрітих стінок жаровні і днища верхнього чана; а також глухим паром. М'ятка підсушується протягом 55-60 хвилин і нагрівається з розрахунку, щоб при подачі на прес вона мала вологість 4,5-5,5%, а температуру 112-115 °С. Дотримання таких умов смаження забезпечує знімання масла на пресах до 95% і вироблення стійкої і досить пластичної жмихової мушлі [5].

Порушення оптимуму зволоження на першому етапі в ту чи іншу сторону викликає труднощі.

При перезволоженні м'ятки внаслідок підвищення клейкості білкових речовин відбувається утворення грудок, на яких при подальшому підсушуванні неминуче з'являються кірки. Підвищене зволоження, що супроводжується інтенсивним виділенням масла, пов'язане зі збільшенням тривалості сушки мезги. Як наслідок необхідності випарювання великої кількості вологи, тому що масляні плівки на частинках мезги уповільнюють випаровування вологи з поверхонь частинок. З іншого боку, інтенсифікація і збільшення тривалості сушіння супроводжуються:

- інтенсифікацією окислювальних процесів в маслі;
- посиленням денатурації білків;
- карамелізації цукрів;
- утворенням з'єднань, які призводять до потемніння макухи і втрати сухої речовини.

При пресуванні такої мезги формування жмихова черепашка, через яку виходу масла не буде. Не буде виходити також і хорошого стійкого пелюстка.

При смаженні перезволоженої м'ятки часто спостерігається «плавлення» мезги, тобто отримання маси з прошарками масляних плівок. Пресування такої мезги неможливе. При пресуванні м'ятки мезга виходить жорсткою, мало пластичною.

На другому етапі смаження, протягом якого ведеться підсушування і нагрівання мезги до рівня, що забезпечує правильний хід пресування і отримання необхідних показників по олійності макухи і її якості, дуже важливим є дотримання умов «само пропарювання», яке перешкоджає утворенню кірок на поверхнях частинок мезги і сприяє розпаду грудок, які часто утворюються при нерівномірному зволоженні м'ятки на першому етапі [5].

Висновок.

Волого-теплова обробка є однією з найважливіших технологічних операцій при підготовці матеріалу до вилучення масла і виконує вирішальний вплив на кількість і якість кінцевих продуктів: масла, макухи і шроту.

Список використаних джерел

1. Мировой рынок биотоплива: проблемы и перспективы [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.rusus.ru/?act=read&id=88
2. Акаева Т.К. Основы химии и технологии получения и переработки жиров. Часть 1: Технология получения растительных масел/ Т.К. Акаева, С.Н. Петрова // Учебное пособие – Иваново.: ГОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет, 2007. – 124 с.
3. Белобородов В.В. Основные процессы производства растительных масел/ В. В. Белобородов. – М.: «Пищепромиздат», 1966. – 453 с.
4. Копейковский В.М. Технология производства растительных масел/ В. М. Копейковский, С. И. Данильчук. – М.: «Энергия», 1982. – 410 с.
5. Гавриленко И.В. Маслоэкстракционное производство/ И. В. Гавриленко. – М.: «Пищепромиздат», 1960. – 238 с.

УДК 621.311.243

ГЕЛІОЕНЕРГЕТИКА

Гоц О.К., 1 курс;

Кузнецов І.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розкрито механізм, способи та конструкцію пристроїв перетворення сонячної енергії у електричну

Постановка проблеми. Геліоенергетика - отримання електричної або теплової енергії за рахунок сонячної енергії, одне з найбільш перспективних напрямків нетрадиційної енергетики. За найбільш оптимістичними прогнозами, до 2020 року геліоенергетика буде давати від 5 до 25% світового виробництва енергії.

Переваги геліоенергії:

- геліоенергія, перш за все, приваблива своїм поновленням, тобто, поки світить Сонце, можна не побоюватися, що ресурс енергії вичерпається, потрібно просто грамотно використовувати її;

- енергія, що отримується від сонячних систем, екологічно чиста. Активне використання геліосистем призведе до зменшення концентрації шкідливих компонентів в атмосфері, а це, безумовно, позитивно позначиться і на здоров'я людей, і на здоров'я нашої планети;

- енергія Сонця доступна навіть в холодних регіонах, де переважає несонячне клімат. Звичайно, в цій частині планети ефективність сонячних систем значно нижче, але сучасні технології постійно розвиваються, дозволяючи використовувати геліоенергію і там для істотної економії інших енергоресурсів.

Недоліки сонячних систем:

- сонячні системи - особливо великі, є задоволенням, що вимагає відчутних грошових вкладень. Однак, в умовах постійного змінення прогресу і посилення енергетичної кризи, фінансові труднощі та інше навряд стануть непереборною перешкодою до розвитку геліоенергетики;

- що стосується середньостатистичних громадян, уряду високорозвинених країн забезпечують податкові пільги для тих, хто збирається використовувати геліоенергію при облаштуванні своїх будинків, що зменшує оплату установки геліосистеми;

- у нічний час геліоенергії немає, тому доводиться додатково розробляти і створювати акумулятори енергії.

Незважаючи на тимчасові труднощі і поки ще невирішені завдання в геліоенергетиці, можна не сумніватися, що в майбутньому сонячна енергія буде активно використовуватися людьми скрізь.

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом у світі відзначається посилення уваги до розвитку геліоенергетики. Геліоенергетичні програми прийняті більш ніж у 70 країнах світу. Навіть північна Європа, що по кількості сонячних днів й інтенсивності сонячно світла однозначно уступає південним країнам (Іспанії, Італії), активно веде розробки в цій області.

Мета статті. Метою статті є розкриття конструкції сонячної батареї, яка перетворює теплову сонячну енергію в електричну.

Основні матеріали дослідження. Найбільш перспективним перетворення теплової енергії в електричну є фотоелектричний, такі сонячні батареї мобільні й довговічні, але у теж час, традиційна кремнієва технологія, на основі якої виготовляють електричну систему, вимагає значних матеріальних витрат. Причому виготовлення кремнієвих напівпровідників не тільки недешевий, але й досить брудний в екологічному плані процес.

Тому основні зусилля в геліоенергетиці спрямовані як на здобуття нових перспективних матеріалів, так и на пошук дешевих технологій здобуття кремнієвих наноструктур, які здатні зберігати унікальні фотоелектричні властивості кристалічного кремнію. В останні ро-

ки розроблені методи нанесення на підкладку тонких плівок сплаву телуриду кадмію (CdTe), однак коефіцієнт корисної дії (ККД) комерційних модулів CdTe поки не перевищує 11% (ККД модулів на основі кремнію становить 15%).

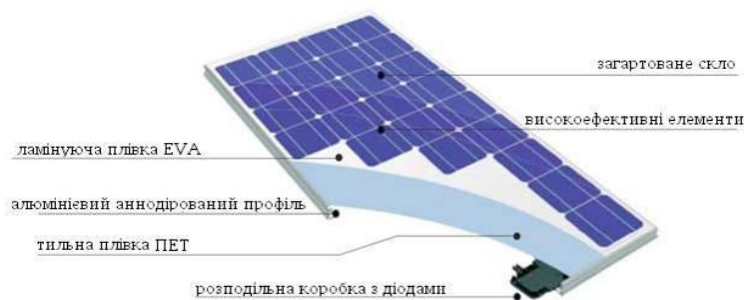


Рисунок 1 – Конструкція сонячної батареї

На сьогоднішній момент існують наступні види сонячних батарей:

1. Фотоелектричні перетворювачі (ФЕП). Це напівпровідникові пристрої, що на пряму перетворюють сонячну енергію в електричну. Певне число об'єднаних між собою ФЕП називають сонячною батареєю.

2. Геліоелектростанції (ГЕЕС). Це сонячні установки, що використовують висококонцентроване сонячне випромінювання як енергію для приведення в дію теплових й інших машин (парових, газотурбінних, термоелектричних та ін.)

3. Сонячні колектори (СК). Це нагрівальні низькотемпературні установки, що використовуються для автономного гарячого водопостачання житловий и виробничих об'єктів.

Розрізняють наступні фотоелектричні системи:

1. Автономні системи, що складаються винятково з фотоелектричних панелей. У них також можуть входити акумулятори й регулятори.

2. Гібридні системи, які є комбінацією фотоелементів і додаткових засобів для вироблення електричної енергії, наприклад, вітер, природний газ або дизельне паливо. У подібних системах часто застосовуються регулятори й акумулятори меншого розміру.

3. Системи, об'єднані з електромережею є фактично невеликими електростанціями, що поставляють електроенергію в загальну енергетичну мережу.

Сонячна батарея працює в такий спосіб.

Фотони вдаряються об поверхню сонячної батареї й поглинаються її робочим матеріалом, наприклад кремнієм. Зіштовхуючись із атомами речовини, фотони вибивають із нього його рідні електрони. У результаті чого виникає різниця потенціалів. Вільні електрони починають рухатися усередині речовини, щоб погасити різницю потенціалів. Виникає електричний струм. Тому що сонячна батарея це напівпровідник, електрони рухаються тільки в одному напрямку. Отриманий струм сонячна батарея перетворить у постійний і віддає його споживачеві або акумулятору.

Висновок. На відміну від корисних копалин, які можуть бути використані в якості палива, енергія сонця практично невичерпана, повсюдно доступна і більш екологічна, але спорудження сонячних електростанцій пов'язане з деякими труднощами технічного, економічного та екологічного характеру, що сповільнюють поширення вітроенергетики.

Список використаних джерел.

1. Тулапин П.Ф. Развитие научного направления инженерно-технического обеспечения АПК/ П.Ф. Тулапин // МЭСХ. – М., 2004. - №6. - с. 35–36.
2. Куликова Л.В. Энергосберегающие технологии сельскохозяйственного производства / Л.В. Куликова // Материалы международной научно – технической конференции. – М., 1998. – Вып.15: Энергосбережение в сельском хозяйстве. – с. 69–71.

УДК 621.548

ЕНЕРГІЯ ВІТРУ

Комісаров В.С., 1 курс;

Кузнєцов І.О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розкрито механізм перетворення енергії вітру у електричну та розглянуті екологічні аспекти цього питання.

Постановка проблеми. Використання сили вітру - один із самих древніх способів виробництва енергії. Перші вітрові агрегати застосовувалися в Китаї і Японії 2000 років до н.е. У Древньому Вавилоні вітрові установки застосовувалися для осушення боліт. В I столітті до н.е. з'явилися вітроагрегати в Єгипті й лише у 12 сторіччі - у Європі.

Вітроенергетика робить електроенергію набагато ближче до споживача, що знижує її втрати й вартість будівництва ліній електропередач. Технологія виробництва вітротурбін економічно ефективно, строк окупності витрат у середньому 6 місяців. У другій половині XX століття інтерес до використання енергії вітру знову зріс, хоча її освоєння і йде повільно. Причини цього:

- мінливість вітру, що вимагає створення дублюючих електроагрегатів;
- при швидкості вітру менш 4,5 м/с робота ВЕС стає не ефективною в порівнянні з дизельними електростанціями;
- неможливість роботи більшості ВЕС при швидкості вітру більше 25 м/с;
- висока питома капіталоємність (1000 - 2000 дол. США за 1 кВт установленої потужності) у порівнянні з дизельними установками, де цей показник нижче в кілька разів.

Один з недоліків вітроелектричних агрегатів - низька швидкості їхнього обертання й, отже, мала кількість електропотуку. Для одержання стабільних характеристик електроенергії застосовуються системи, що акумулюють, з наступним перетворенням накопиченої енергії в електричну. Вітродвигун накачує насосом воду в ємність, установлену на високій фермі, на даху будинку або горі. Потенційна енергія води з ємності пускає в хід ротаційний гідродвигун й електричний генератор. Робота ВЕС супроводжується значним шумом, який створюють лопаті турбін. Крім того, електромагнітні випромінювання ВЕС впливають на теле- і радіопередачі (перші сотні метрів). При потужності ВЕС до 30 кВт шум оцінюється в 51-87 дБ (децибел), а при 50-60 кВт в 91-101 дБ. Тому існують обмеження по шуму.

Аналіз останніх досліджень. За оцінками фахівців, загальна потенційна потужність української вітроенергетики складає 5000 МВт. Узбережжя Чорного та Азовського морів, гористі райони Кримського півострова (особливо північно-східне узбережжя) і Карпат, Одеська, Херсонська, Запорізька, Донецька, Луганська і Миколаївська області найбільш підходять для будівництва вітрових електростанцій. Спорудження у «вітряних» регіонах України ВЕС дозволило б покрити ледве не третину потреби електроенергії, яку ми споживаємо.

На сьогоднішній день застосовується кілька варіантів механізмів, здатних перетворювати вітер в електроенергію. Основним їхнім елементом є вітряне колесо (рисунок 1). За принципом роботи й схемі будови колеса використововуваного на вітрових електростанціях, вони діляться на три типи: пропелерні, карусельні або роторні й барабанні (рисунок 2).

Мета статті. Метою статті є розкриття технології створення електричної енергії за допомогою вітроелектростанцій.

Основні матеріали дослідження. Найбільшого поширення в світі отримала конструкція вітрогенератора із трьома лопатями та горизонтальною віссю обертання, хоча подекуди ще зустрічаються і дволопатевої. Найбільш ефективною конструкцією для територій з малою швидкістю вітрових потоків створені вітрогенератори з вертикальною віссю обертання т.зв. роторні, або карусельного типу. Зараз все більше виробників переходять на виробництво таких установок, так як далеко не всі споживачі живуть на узбережжях, а швидкість кон-

тинентальних вітрів зазвичай знаходяться в діапазоні від 3 до 12 м/с. В такому режимі ефективність установки набагато вище. Варто зазначити, що у вертикальних генераторів є кілька суттєвих переваг: вони практично безшумні, не вимагають ніякого обслуговування при терміні служби більше 20 років. Системи гальмування, розроблені в останні роки, гарантують стабільну роботу навіть при періодичних шквальних поривах до 60 м/с.

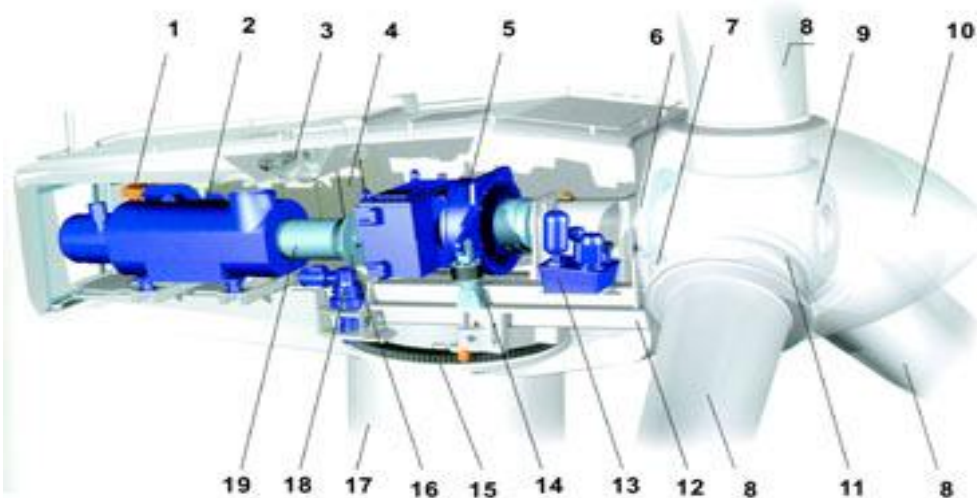


Рисунок 1 - Пристрій й устаткування ВЕС потужністю 850 кВт:

1 - сервісний кран; 2 - електрогенератор із системою "OptiSpeed" (система вибору оптимальної швидкості); 3 - система охолодження; 4 - електронний пристрій керування положенням осі вітродвигуна; 5 - передавальний механізм; 6 - головний вал; 7 - система зупинки ротора; 8 - лопати; 9 - втулка робочого вала; 10 - обтічник; 11 - вузол кріплення лопат; 12 - станина (рама); 13 - гідравлічна станція; 14 - обмежник крутного моменту; 15 - зубчасте колесо механізму позиціювання; 16 - гальмо; 17 - опора ВЕС; 18 - азимутальний передавальний механізм; 19 - механізм зчеплення.

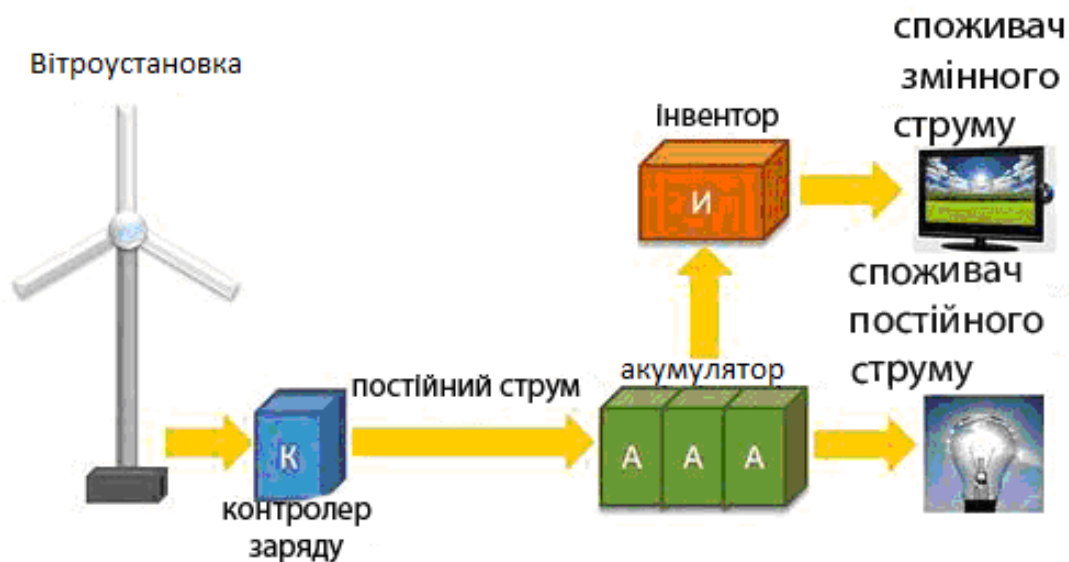


Рисунок 2 – Схема роботи вітроустановки.

Автономні вітрогенератори складаються з генератора, хвостовика, контролера, інвертора й акумуляторної батареї. У класичних вітрових установках - 3 лопати, закріплені на роторі. Обертаючись, ротор генератора створює трифазний змінний струм, що передається на контролер, далі струм перетворюється в постійну напругу й подається на акумуляторну батарею. Струм, проходячи по акумуляторах (АКБ), одночасно заряджає їх і використовує АКБ як провідники електрики. Далі струм подається на інвертор, де електрична енергія перетворюється в стандартні показники: змінний однофазний струм 220В, 50 Гц. Якщо споживання

277

невелике, то генерована електрика забезпечує електроприлади і освітлення, якщо струму з вітряка мало й не вистачає - то недолік покривається за рахунок акумуляторів.

Вітрогенератор екологічний. Вітрогенератор потужністю 1 МВт скорочує щорічні викиди в атмосферу 1800 тонн CO₂, 9 тонн SO₂, 4 тонн оксидів азоту. За оцінками Global Wind Energy Council до 2050 року світова вітроенергетика дозволить скоротити щорічні викиди CO₂ на 1,5 млрд тонн.

Вітрогенератори вилучають частину кінетичної енергії рухомих повітряних мас, що призводить до зниження швидкості їх руху. При масовому використанні вітряків (наприклад в Європі) це уповільнення теоретично може помітно впливати на локальні (і навіть глобальні) кліматичні умови місцевості. Зокрема, зниження середньої швидкості вітрів здатне зробити клімат регіону трохи більше континентальним за рахунок того, що повільно рухомі повітряні маси встигають сильніше нагрітися влітку і охолотитися взимку. Також відбір енергії у вітру може сприяти зміні вологісного режиму прилеглої території. Втім, вчені поки тільки розгортають дослідження в цій галузі. Наукові роботи, що аналізують ці аспекти, не дають кількісну оцінку впливу широкомасштабної вітряної енергетики на клімат, проте дозволяють зробити висновок, що воно може бути не настільки малим, як вважали раніше.

Повітряні енергетичні установки виробляють два різновиди шуму:

- механічний шум – шум від роботи механічних та електричних компонентів (для сучасних вітроустановок практично відсутня, але є значним у вітроустановках старших моделей);
- аеродинамічний шум - шум від взаємодії вітрового потоку з лопатями установки (посилюється при проходженні лопаті повз вежі вітроустановки).

В даний час при визначенні рівня шуму від вітроустановок користуються тільки розрахунковими методами. Метод безпосередніх вимірів рівня шуму не дає інформації про гучність вітроустановки, так як ефективність відділити шум вітроустановки від шуму вітру в даний момент неможливо. В безпосередній близькості від вітрогенератора у осі вітроколеса рівень шуму досить великої вітроустановки може перевищувати 100 дБ.

Висновок. На відміну від палива, енергія вітру практично невичерпана, повсюдно доступна і більш екологічна, але спорудження вітряних електростанцій пов'язане з деякими труднощами технічного, економічного та екологічного характеру, що сповільнюють поширення вітроенергетики.

Список використаних джерел.

1. Ветроэлектростанции [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.riss.ru>. – Назва з екрану.
2. Вітроколесо [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.Bellona.ru>. – Назва з екрану.
3. Ветроэлектричество в быту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.Nauka.relis.ru>. – Назва з екрану.
4. Sitemes energetiques de l'air [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.Ukinz.fco.gov.fr>. – Назва з екрану.

УДК 636: 628.9:621.548

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СИСТЕМІ ОХОРОННОГО ОСВІТЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ КОМБІНАТУ ХЛІБОПРОДУКТІВ

Степовенко В.В., 3 курс;

Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Запропонована система забезпечує живленням охоронне освітлення будівель комбінату хлібопродуктів, використовуючи нетрадиційні джерела енергії, а саме, сонячну енергію та кінетичну енергію потоку повітря. В основі енергозберігаючої автономної установки був узятий принцип перетворення генератором з вітровим колесом кінетичної енергії руху потоку повітря в трубі в електричну енергію.

279

Постановка проблеми. Енергозбереження в сільському господарстві, яке займає друге місце серед основних споживачів (промисловість, ЖКГ, транспорт) паливно-енергетичних ресурсів в країнах СНД, з кожним роком стає все більш актуальною проблемою. Обмеженість енергетичних ресурсів, висока вартість енергії, негативний вплив на довкілля, пов'язані з її виробництвом, - усі ці чинники мимоволі наводять на думку, що розумніше знижувати споживання енергії, ніж постійно збільшувати її виробництво, тобто і кількість проблем [1]. У всьому світі вже давно не лише постійно ведеться пошук шляхів зменшення енергоспоживання за рахунок його раціонального використання, але і досить ефективно застосовується. Наочним прикладом є досвід Швеції.

У світлі усього вищезгаданого виділяються два шляхи енергозбереження : використання первинних і вторинних енергоресурсів. Причому при використанні первинних джерел енергії, що утворилися в результаті геологічного розвитку Землі, головний упор необхідно зробити на використання первинних поновлюваних джерел енергії (використання енергії Сонця, вітру, приливів-відливів, геотермальної енергії і так далі) або інакше альтернативних джерел енергії.

Використання альтернативних джерел енергії - є головним пріоритетом розробки і впровадження енергозберігаючих технологій, основними з яких є :

- використання енергії сонця із застосуванням сонячних батарей або колекторів;
- використання геотермальної енергії (гейзери, гарячі озера) із застосуванням теплових насосів;
- використання біомаси на основі анаеробного бродіння;
- використання енергії морських хвиль, застосовуючи лінійні генератори.

Проте усі перераховані способи і засоби отримання цього виду енергії характеризуються досить специфічним устаткуванням високої вартості, складною конструкцією і потребують обліку кліматичних умов району, де буде встановлено те або інше устаткування.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз охоронного освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) показує, що воно повинне передбачатися уздовж меж території, яка охороняється в нічний час. Причому, необхідний рівень освітленості нормується Санітарними нормами і правилами [3]. Наприклад, витрати електричної енергії на охоронне освітлення будівель комбінату хлібопродуктів, можуть складати до 5 % від загальної встановленої потужності освітлювальних струмоприймачів. Проаналізувавши потужності освітлювальних установок, було встановлено, що, передусім, величина цієї потужності залежить від довжини охоронного периметра, розмірів елеватора і типу джерела світла. І при використанні ламп розжарювання ці потужності можуть складати від 3 до 7 кВт.

Мета статті. Метою дослідження є розробка автономної системи охоронного освітлення будівель комбінату хлібопродуктів, технічна перевірка можливості застосування енергії руху повітря [6], а також залежність величини напруги, на виході генератора від перепаду температури і висоти між вхідним і вихідним отворами труби.

Основні матеріали дослідження. В ході проведених досліджень стало видно, що швидкість руху повітря в трубі є функцією різниці температур між верхнім і нижнім рівнем труби і її висоти. Проаналізувавши типові проекти зерносховищ елеваторів, які є найвищими спорудами на території комбінату хлібопродуктів, було виділено 4 основних висоти елеваторів, які склали від 30 до 65 метрів. І залежно від цих даних був складений графік розподілу швидкостей повітря в трубі, яке показано на рисунку 1.

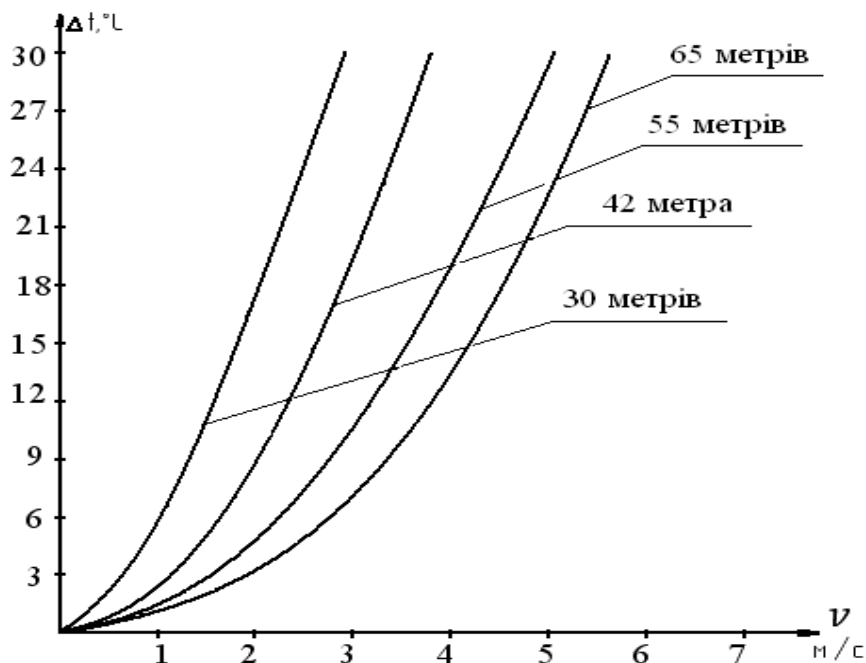


Рисунок 1 - Графік розподілу швидкостей повітря в трубі.

У основі розробки енергозберігаючої автономної системи охоронного освітлення покладений принцип перетворення механічної енергії руху повітря в трубі в електричну, завдяки установці в трубі генератора малої потужності з вітроколесом.

На рисунку 2 показана загальна схема установки, яка містить : вітроколесо 1, електрогенератор 2 і акумуляторну батарею 3. Ця енергозберігаюча установка повинна розташовуватися на найбільш освітленій сонцем стороні будівлі для створення більшої різниці температур. Для цієї ж мети труба 4 складається з двох частин - половина, яка розташовується ближче до сонця прозора, а інша половина має чорний колір. Щоб уникнути впливу вітру, який за певних умов може привести до перекидання тяги повітря в трубі, тобто зміни напрямку руху, установка не повинна розташовуватися в зоні вітрового підпору.

Установка містить електронагрівач 5; блок контролю заряду - розрядка акумуляторної батареї 6; блок управління 7, який залежно від режиму роботи включає або електронагрівач, або освітлювальні лампи на світлодіодах 8, або взагалі вимикає навантаження для зарядки акумуляторної батареї; блок захисту від попадання атмосферних опадів, у вигляді "парасольки" 9.

Дослідження проводилися на основі розробленого макетного зразка установки. Потік вітру в трубі регулювався осьовим вентилятором з регульованим електроприводом на основі застосування частотного перетворювача типу РЭН 2-3,7. В якості генератора електричної енергії застосовували генератор постійного струму моделі SVEN 25-95 потужністю 250 Вт зі встановленим безпосередньо на валу осьовим вітроколесом діаметром 95 мм. В освітлювальній установці використовувалися світлодіодні світильники з номінальною напругою 12 В.

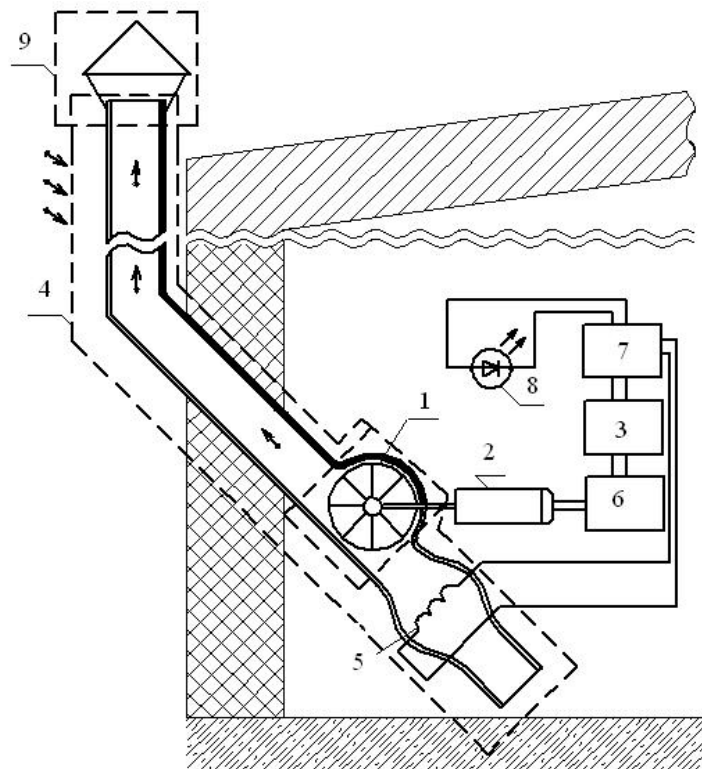


Рисунок 2 - Загальна схема установки для забезпечення автономного живлення світильників охоронного освітлення будівель комбінату хлібопродуктів.

Згідно теорії електричних ланцюгів розроблена математична модель ГПТ. Для числової реалізації цієї моделі в роботі використаний програмний пакет Matlab/Simulink, в якому була побудована віртуальна модель макетного зразка установки, яка показана на рис. 3.

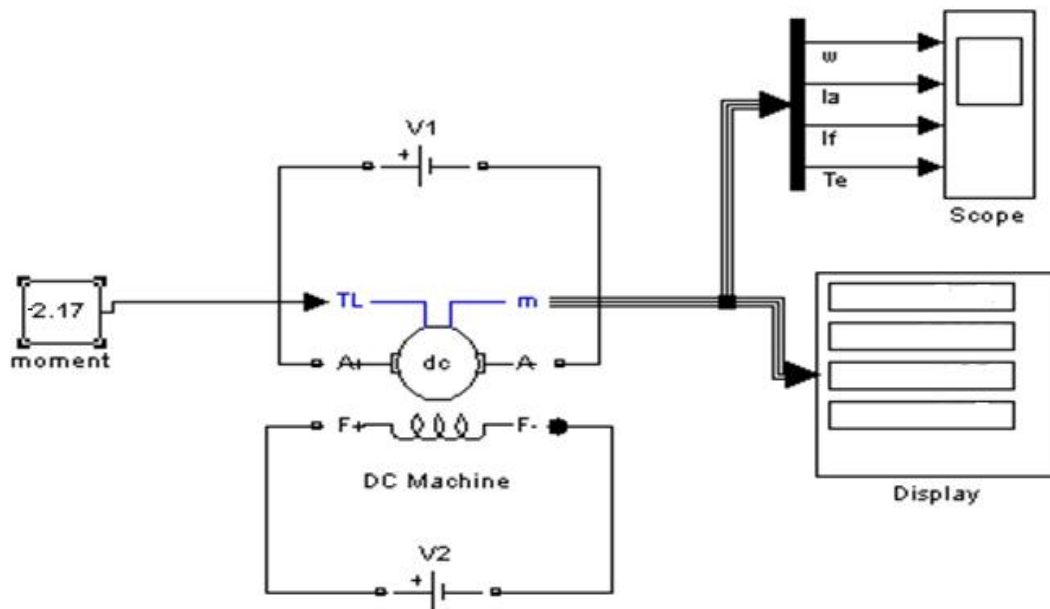


Рисунок 3 - Віртуальна Simulink - модель макетного зразка.

Проведений розрахунок для декількох величин швидкостей руху повітря в трубі в діапазоні від 0 до номінального значення. Також на віртуальних осцилографах були отримані графіки струму якоря і збудження, електромагнітний момент і кутова швидкість обертання валу генератора, які показані на рис.4.

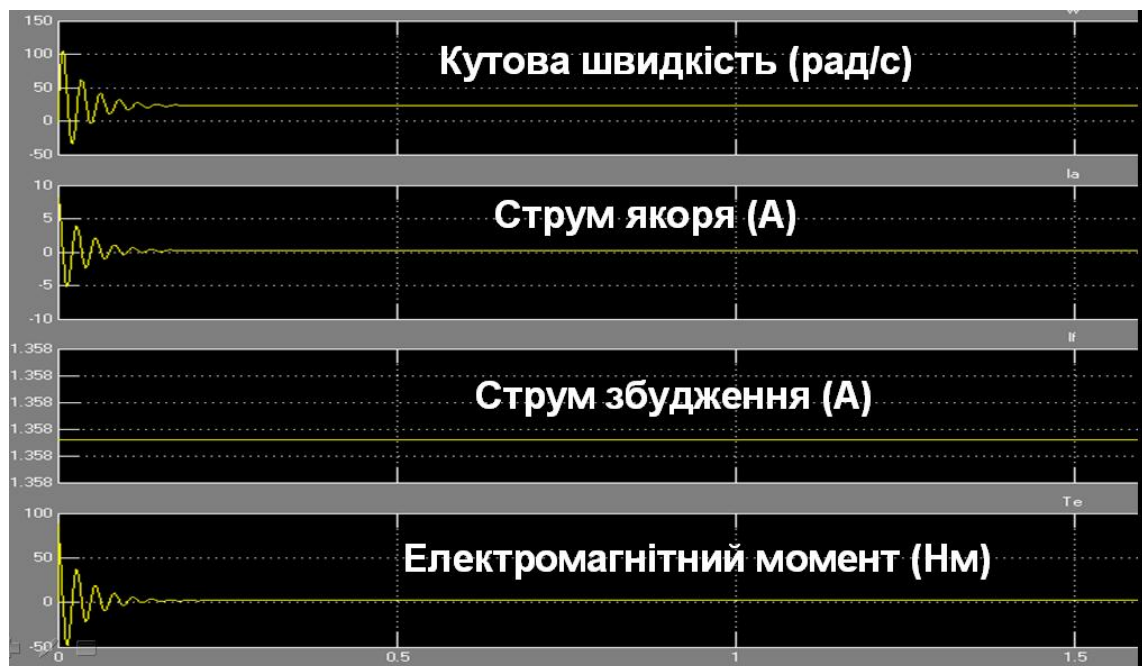


Рисунок 4 - Графіки отримані на віртуальному осцилографі.

Висновки. З проведених досліджень на макетному зразку і результатів розрахунків математичної моделі стало видно, що Simulink - модель адекватна, і може бути використана для подальшого дослідження установки. А також у разі застосування низьковольтних світильників на LED і відповідних облаштувань автоматичного управління роботою охоронного освітлення зерносховищ елеваторів, можливо забезпечити їх автономне живлення від установки яка використовує енергію перетікання повітря в трубі завдяки перепаду температур і висот.

Список використаних джерел.

1. Михайлова В.М. Опыт определения нагрузок и расхода электрической энергии при разных условиях электрификации быта городского населения / В.М. Михайлова. – М.: Стройиздат. 1980. – 88 с.
2. Шидловский А.К. Энергетичні ресурси та потоки / А.К. Шидловский, Ю.О.Вихорев, В.О.Гінайло – К.: УЕЗ, 2003. – 472с.
3. Мхитарян Н.М. Энергетика нетрадиционных и возобновляемых источников. Опыт и перспективы / Н.М.Мхитарян. - К.- Наукова думка, 1999 . – 320 с.
4. «Енергетична стратегія України на період до 2030 року» від 15 березня 2006 р. [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.kmu.gov.ua
5. Маляренко В.А. Возобновляемые энергоресурсы – альтернативное топливо XXI века / В.А. Маляренко, В.В. Соловей, А.И. Яковлев // Энергоснабжение. Энергетика. Энергоаудит. – 2005, №10. – С.18-28.
6. Пат.32899 Україна, МПК F03D6/00, F03G6/00, F04D25/00, F24F7/02 Электроэнергетична установка / Коротя Б.Г., Крижов Г.П.; заявник та патентовласник Коротя Б.Г., Крижов Г.П. - №9807398; заявл. 14.07.1998; опубл. 15.05.2001, Бюл. №4.
7. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В.М. Черкасский. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.

УДК 620.92:621.383.51(535.215)

ЗМЕНШЕННЯ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В УКРАЇНІ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ТА СВІТЛОДІОДНИХ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

**Сельоткін В.О., 11 клас;
Панасюк М.В., магістрант;
Жарков В.Я., к.т.н.**

*Мала академія наук України, Мелітопольська гімназія №10,
Таврійський державний агротехнологічний університет*

Для освітлення окремих ділянок дороги пропонується запатентований екологічно чистий пристрій з використанням ФЕП і світлодіодів.

283

Постановка проблеми. Зараз, як стверджують метеорологи, людська діяльність стає все більш важливим фактором, що впливає на клімат Землі. Причиною тому можуть слугувати різні чинники, проте, багато вчених пов'язують це з парниковим ефектом.

Гази, що викликають своєю підвищеною концентрацією парниковий ефект, називають парниковими газами (ПГ), це - вуглекислий газ (CO_2) і водяна пара (H_2O), але існують і інші гази, що поглинають енергію, що йде від Землі. Наприклад, хлор і фтор містять вуглеводневі гази - наприклад, фреони або хладони. Концентрація цих газів в атмосфері також збільшується.

Парниковий ефект відбувається через порушення людиною круговороту вуглекислого газу в природі. Промисловість спалює величезну кількість палива - нафти, вугілля, газу. Всі ці речовини складаються в основному з вуглецю і водню. Тому їх ще називають органічним, вуглеводневим паливом. При горінні, як відомо, поглинається кисень та виділяється вуглекислий газ. Внаслідок цього процесу, щороку людство викидає в атмосферу 7 мільярдів тонн вуглекислого газу! Навіть уявити важко собі цю величину. Одночасно з цим на Землі вирубуються ліси - один із самих головних споживачів вуглекислого газу, причому, вирубуються зі швидкістю 12 гектарів за хвилину! Ось і виходить, що вуглекислого газу в атмосферу надходить все більше і більше, а споживається рослинами все менше і менше. Кругообіг вуглекислого газу на Землі порушується, тому в останні роки вміст вуглекислого газу в атмосфері хоча і повільно, але вірно збільшується. А чим його більше, тим сильніше парниковий ефект.

Аналіз останніх досліджень. Проаналізуємо хімічне рівняння згорання вуглецю

$$\frac{C}{12} + \frac{O_2}{32} = \frac{CO_2}{44}$$

Отже для згорання 15 кг вугілля (вміст вуглецю приймаємо 80%) виділиться 44 кг CO_2 , тобто на 1 кг вугілля - 3 кг CO_2 . На тепловій електростанції (ТЕС) питома витрата вугілля становить приблизно 330 г/кВт·год. Звідки знаходимо, що при виробництві на ТЕС 1 кВт·год електроенергії в атмосферу викидається 1 кг (або 22,4 м³) CO_2 .

У фотоелектричних установках здійснюється перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію. Досягається це шляхом реалізації фотоэффекту - фізичного явища, що полягає у виникненні ЕРС в напівпровідниковому матеріалі при попаданні на нього електромагнітного випромінювання - світлових променів і інфрачервоних променів в ближній до світлових променів області спектру. Пристрої, де відбувається фотоэффект, називаються фотоелектроперетворювачами (ФЕП).

Конструкція ФЕП виготовляється у вигляді монокристалів або тонкоплівкових елементів (при товщині кулі напівпровідника 50 мкм і складається з двох пластинок: кремнію n-типу і кремнію p-типу, які закриті з опромінюваного боку плівкою діоксиду кремнію. З протилежного боку до напівпровідникових пластин приєднані електроди. Елементи ФЕП з'єд-

нуються в стандартні модулі, з яких зручно вмонтовувати сонячні батареї будь-якої потужності і конфігурації [1].

Мета статті. Зменшення викидів ПГ, зокрема за рахунок впровадження пристроїв освітлення окремих ділянок автодороги з використанням ФЕП і світлодіодів.

Основні матеріали дослідження. Наші дослідження підтвердили той факт, що кремнієві ФЕП мають широкий спектр дії, а тому вони найбільш прийнятні для виробництва сонячної електрики. Добувають кремній із піску, із нього отримують найбільш дешеві ФЕП. Їхній недолік – низький ККД (14-16%), до того ж він падає при зростанні температури [1].

Кремнієві ФЕП використовуються в повсякденному житті, наприклад для підтримки світла у будівлях, або освітлення дороги в темний час (рис.1) [2,5]. В АР Крим з таких ФЕП у 2011 році побудована електростанція потужністю 100 МВт, а в Бельгії від ФЕП працює електропоїзд в тунелі.



Рисунок 1 - Фотоелектричні перетворювачі для освітлення дороги.

Світлодіод — напівпровідниковий пристрій, що випромінює некогерентне світло, при пропусканні через нього електричного струму (ефект, відомий як електролюмінесценція). Випромінюване світло традиційних світлодіодів лежить на вузькій ділянці спектру, а його колір залежить від хімічного складу використаного у світлодіоді напівпровідника. Сучасні світлодіоди можуть випромінювати світло від інфрачервоної ділянки спектру до близької до ультрафіолету. Існують методи розширення смуги випромінювання і створення білих світлодіодів. На відміну від ламп розжарювання (ЛР), які випромінюють світловий потік широкого спектру, рівномірно у всіх напрямках, звичайні світлодіоди випромінюють світло певної довжини хвилі і в певному напрямі. Світлодіоди були удосконалені до лазерних діодів, - які працюють на тому ж принципі, але можуть напрямлено випромінювати когерентне світло.

Досягнення в галузі оптоелектроніки сприяли створенню світлодіодних джерел світла (ДС) з енергоефективністю, що в 8-12 разів перевищує енергоефективність ЛР. Застосування таких джерел дає змогу значно зменшити витрати електроенергії на освітлення та обслуговування електромережі, підвищити рівень екологічної безпеки, спростити створення автоматизованих систем керування мережами освітлення та світлосигнальною апаратурою [1-3].

Світлодіоди б'ють усі рекорди у своїй витривалості роботи. За даними таблиці 1 можна сказати, що найкращим для економії є світлодіод [1].

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика ламп різних типів

Тип ламп	Світлова віддача лм/Вт	Яскравість (у скільки разів яскравіше ніж ЛР тієї ж потужності)	Середній термін служби, годин
Лампа розжарювання	18-22	1	1000
Галогенні лампи	25-30	1,5	2000-3000
Люмінесцентні лампи	50-60	3,5	8000-15000
Ртутні лампи	45-55	2,5	12000-15000
Натрієві лампи	90-130	5,5	10000-20000
Світлодіоди	100-120	8	До 100000

ККД світлодіодних ламп досягає 80%, інші 20% йдуть на тепло. У ЛР до 5% - світло, 95% - виділення тепла. Тепло, що виділяє ЛР, надходить до навколишнього середовища та підсилює дію парникового ефекту.

Сьогодні близько 25% світової електроенергії у світі витрачається на освітлення.

В Україні прийнята Державна цільова науково-технічна програма "Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі" [4].

Метою цієї Програми є розроблення і організація виробництва світлодіодних джерел та освітлювальних систем на їх основі для суттєвого зменшення витрат електроенергії на освітлення, підвищення його якості, зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища.

285

За розрахунками фахівців Національної академії наук, заміна в Україні 30 відсотків ЛР на світлодіодні ДС дасть можливість заощадити близько 13,8 млрд. кВт·год. електроенергії на рік та зменшити обсяг викидів вуглецю в атмосферу на 7,8 млн. тонн [4].

Виконання Програми дасть змогу [4]:

1) організувати сучасне виробництво світлодіодних ДС, до яких належать:

- енергозберігаючі світлодіодні лампи з цоколем, аналогічні ЛР;
- освітлювальні пристрої для потреб житлово-комунального господарства;
- спеціальні пожежо- та вибухобезпечні світильники для шахт, рудників, вибухонебезпечних об'єктів нафтогазової та хімічної промисловості;
- світлодіодні системи різноманітного призначення;
- світлодіодні лампи для автомобільного транспорту;

2) забезпечити промислове виробництво енергозберігаючих світлодіодних ДС, енергоспоживання яких у 8-12 разів менше порівняно з ЛР, із строком служби до 100 тис. годин;

3) заощадити близько 400 млн. кВт·год. електроенергії на рік для кожного мільйона світлодіодних ДС. У разі застосування 5-7 млн. світлодіодних ДС сума економії від зменшення витрат на електроенергію становитиме 500-700 млн. гривень на рік при вартості електроенергії 0,25 гривні за 1 кВт·год [4];

4) зменшити обсяг шкідливих викидів та знизити рівень забруднення навколишнього природного середовища в результаті зменшення кількості електроенергії, що виробляється тепловими електростанціями;

5) створити нові робочі місця у галузі машинобудування, хімічній та електронній промисловості.

Багато країн намагаються вирішити це питання. Так на саміті Великої Вісімки в червні 2008р. було прийнято рішення про боротьбу із глобальним потеплінням. Вони вирішили впроваджувати будівництво атомних електростанцій та зменшення кількості ТЕС. Але катастрофа в Японії показала, що АЕС не є надійними і можуть бути зруйновані в будь-який час.

Для боротьби з глобальним потеплінням і, зокрема, з парниковим ефектом, необхідно відказатись від звичайних ЛР. Треба замінити їх на світлодіодні ДС, які є більш надійними, довговічнішими, потребують менше енергії та мають високий ККД. Також ми вважаємо за потрібне запроваджувати автономні системи освітлення на окремих ділянках дороги [2,3,5,6].

На рисунку 1 зображена запатентована нами система аварійного освітлення автомобільних тунелів на базі ФЕП, що освітлюється від фар автомобілів [5,6].

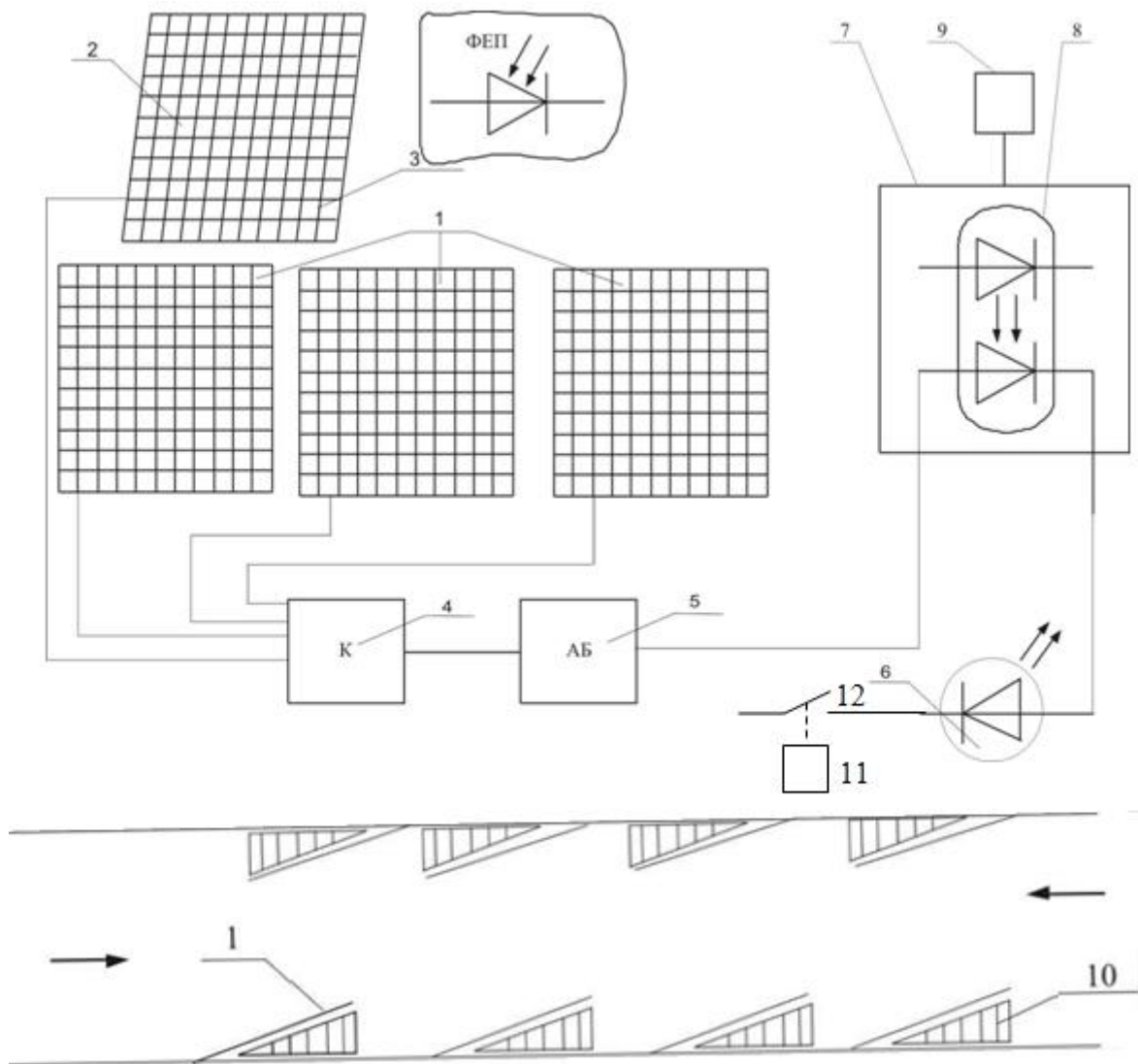


Рисунок 1 - Система аварійного освітлення тунелів: 1 - ФЕП під тупим кутом до руху автомобілів; 2 - ФЕП на в'їзді до тунелю; 3 - фотоелемент; 4 - контролер; 5- акумуляторна батарея; 6- світлодіод; 7 - електронне фотореле; 8 - оптрон; 9 - фотодатчик, 10 - теплоізоляційний матеріал, 11,12 – датчик руху з замикаючим контактом.

Система аварійного освітлення автомобільного тунелю працює таким чином [6]. Кожен ФЕП фотоелектричних модулів 1 під дією оптичного випромінювання від фар автомобілів (умовно не показаних), що рухаються по тунелю, генерують ЕРС, а ФЕП додаткових фотоелектричних модулів 2 генерують ЕРС під дією сонячного випромінювання, а в темну пору під дією оптичного випромінювання фар виїжджаючих автомобілів. Кожен фотоелектричний модуль 1,2 через контролер 4 з широтно-імпульсною модуляцією струму заряджають акумуляторну батарею 5 до максимальної 100%-ї ємності. При аварійному вимкненні світла від централізованої системи електропостачання фотодатчик 9 подає сигнал на електронне фотореле 7 і оптрон 8 підключить світлодіоди 6 до акумуляторної батареї 5. При в'їзді автомобіля до темного тунелю спрацює датчик руху 11, його контакт в колі світлодіодів 6 замкнеться і тільки після цього ввімкнеться аварійне освітлення. Розмикання контакту 12 відбудеться з затримкою, розрахованою з запасом на час проїзду автомобіля по тунелю. Наявність датчику руху 11 запобігає нераціональній витраті накопиченої електроенергії для освітлення пустого тунелю. Закріплення ФЕП на бокових стінах автомобільного тунелю на теплопровідній основі 10, збільшує інтенсивність їхнього охолодження, а отже підвищує їхній ККД.

Наша система представлення кількома фотоелектроперетворювачами на в'їзді до тунелю та фотоелектроперетворювачами, які закріплені на бокових стінах тунелю під тупим кутом до машин, що рухаються.

Наша система є енергоекономічно, проте досить дорогою, а тому енергію, яка накопилася, згідно «Зеленого тарифу», можна продавати з коефіцієнтом 4,4-4,8 до роздрібною ціни на електроенергію для виробництва.

Висновки. Глобальне потепління – це проблема, яка потребує негайного вирішення, головним чинником якого є збільшення вмісту CO₂ в атмосфері нашої планети. ФЕП кремнієвого типу найбільш прийнятні для виробництва фотоелектрики. В Криму з таких ФЕП збудована ФЕС потужністю 80 МВт, а в Бельгії від ФЕП живиться електропоїзд в тунелі.

Світлодіоди – джерела світла майбутнього. Вони мають високий ККД та можуть слугувати десятки років. Їхня енергоефективність у 8-12 разів перевищує енергоефективність ЛР. ФЕП в поєднанні із світлодіодами дуже добре підходять для освітлення окремих ділянок автодоріг і аварійного освітлення тунелів. Новизна запропонованої нами системи аварійного освітлення автомобільного тунелю захищена патентом України №64434 [5] і заявкою на корисну модель [5].

Впровадження автономних систем освітлення на базі ФЕП і світлодіодних ДС – один з надійних шляхів до зменшення вмісту CO₂ в атмосфері та зменшенні дії парникового ефекту.

Список використаних джерел

1. Сельоткін В.О. Аналіз фотоперетворювачів для живлення освітлювальних приладів/ В.О. Сельоткін, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих.-Донецьк: ДонНТУ.-2010.- С. 48-50.
2. Сельоткін В.О. Освітлення автодороги від фотоперетворювачів/ В.О. Сельоткін, В.Я. Жарков// Матеріали науково-технічної конференції аспірантів і студентів Енергетичного факультету ТДАТУ. –Вип. 9.-т. 2.- Мелітополь: ТДАТУ.-2010.- С.56-58.
3. Сельоткін В.О. Аварійне освітлення автомобільних тунелів з використанням фотоперетворювачів / В.О. Сельоткін, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів ТДАТУ.– Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип. 10, т. 2.- С. 65-66.
4. Державна цільова науково-технічна програма "Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі". Затверджена постановою Кабінету Міністрів України N 632 від 9 липня 2008 р.
5. Патент Україна 64434, МПК (2011.01) B60Q1/02, H02N 6/00. Автономна система аварійного освітлення автомобільного тунелю/ В.Я.Жарков, В.О. Сельоткін, М.В. Михайлик. - Заявл. 04.04.2011; Опубл. 10.11.2011. Бюл. №21.
6. Патент Україна по заявці u20120030, МПК (2011.01) B60Q1/02, H02N 6/00. Система аварійного освітлення автомобільного тунелю/ В.О. Сельоткін, В.Я.Жарков, - Пріоритетна довідка від 04.01.2012.

УДК 620.92:631.371

ОЦІНКА РЕСУРСІВ ЕНЕРГІЇ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВІТРУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Штанько М.О., 4 курс;
Адамова С.В., інженер.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У роботі розглянуто питання енергетичної оцінки ресурсів енергії сонячної радіації та вітру і можливість застосування методики та програми статистичної оцінки використання цих видів природних ресурсів.

288

Постановка проблеми. В Україні на даний час склалася ситуація, при якій ріст споживання перевищив ріст видобутку палива. Це, звичайно, сприяє підвищенню величини загальних витрат. Враховуючи такий стан, пошук нових засобів енергозбереження, гармонійне сполучення їх з відомими – постає першорядною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Було встановлено, що використання геліовітроенергетичного обладнання для агропромислового комплексу залежить від низки факторів, але може бути об'єднане системою, що поєднує кліматичні, технологічні та економічні аспекти. Також багато уваги приділено специфіці виробництва в агропромисловому комплексі, яка вимагає зваженого підходу до впровадження геліовітроенергетичного обладнання в технологічні процеси, ключовою проблемою якої є узгодження енергопотоків надходження енергії сонячної радіації та вітру з енергопотоками потреб споживачів технологічних процесів АПК.

Мета статті. Показати переваги застосування методики визначення доцільних періодів застосування енергії сонячної радіації та вітру в технологічних процесах АПК.

Основні матеріали дослідження. Відомі методичні розробки питання енергетичної оцінки сонячної радіації та вітру (1) дають загальну величину енергії для сезону або року в цілому. Такий підхід не дозволяє визначитися, з одного боку, про розподіл енергії на протязі сезону, а з другого – про величину заміщення енергії в технологічних процесах в цей період.

Більша частина території України відноситься до зони середньої інтенсивності енергії сонячної радіації та вітру. Для визначення районів розміщення установок, що використовують ці енергії, в залежності від метеорологічних даних, була розроблена методика та програма статистичної оцінки кліматичних умов місцевості, яка дозволяє отримати інформацію про ймовірність енергетичної доцільності використання енергії сонячної радіації та вітру на протязі року для технологічних потреб агропромислового виробництва.

Програма складена на основі параметричного та непараметричного методів оцінки статистичних реалізацій випадкових процесів.

Суть параметричного методу полягає в тому, що шукана ймовірність визначається як площа під кривою розподілу ймовірності випадкової величини реальної вибірки, тобто :

$$p = \int_{x_{\text{зад}}}^{x_{\text{макс}}} f(x) dx, \quad (1)$$

де $x_{\text{зад}}$ - задане припустиме значення величини, що вимірюється;
 $x_{\text{макс}}$ - значення правого кінця довірчого інтервалу.

Даний метод дозволяє вирішити широкий спектр задач в загальному вигляді, та часто його практичне використання ускладнене необхідністю чисельного інтегрування функції густини розподілу випадкової величини $f(x)$. Ці ускладнення з'являються в тому випадку, коли $f(x)$ має особливі точки (наприклад, полюси). При виникненні такого випадку, програмою передбачений перехід до непараметричного методу оцінки. Вибірку об'ємом M вимірів розміщують в порядку зростання від величини x_1 до x_m .

Згідно методу непараметричних оцінок шукана ймовірність p знаходиться в інтервалі:

$$\frac{\kappa - 1}{M + 1} \leq p(x \in [x^{i+k}; x^i]) \leq \frac{\kappa + 1}{M + 1}, \quad (2)$$

Задаючись деяким значенням величини, що вимірюються $x_{зад}$, визначаємо ймовірність тих випадків, коли величина, яку вимірюють, становить більше $x_{зад}$

$$p = \frac{\kappa}{M + 1}, \quad (3)$$

де κ – кількість значень $x > x_{зад}$;
 M – об'єм вибірки.

Отримавши розрахункову ймовірність, можна судити про кліматичний стан кожного дня року для використання енергії сонячної радіації та вітру. Вибір рівня величини ймовірності проводиться виходячи з вимог до енергозабезпечення технологічних операцій агропромислового виробництва. Статистична оцінка метеорологічних даних за даною методикою дещо занижена (в межах 5...7%), але при цьому виключається вплив випадкових похибок вимірювання.

Для оцінки ресурсів енергії сонячної радіації опрацьовані дані Гідрометцентру за актинометричними станціями України, а для оцінки ресурсів енергії вітру - за 25 станціями. Результати містять дані з надходження сумарної добової енергії сонячної радіації і надходження енергії вітру (2).

Виходячи з розрахункової ймовірності, отримана тривалість періодів використання сонячної радіації за кліматичними зонами. Енергію сонячної радіації можливо використовувати у всіх областях України з травня до серпня, а в Одеській, Херсонській — і в вересні. В Криму цей період продовжується з квітня до вересня.

Враховуючи зональні коливання, вся територія України умовно розбивається на чотири регіони за довжиною періоду (T):

$70 < T \leq 80$ днів, з надходженням сумарної добової радіації

$$\sum S \leq 250 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^2$$

$80 < T \leq 100$ днів, з надходженням $250 < \sum S \leq 350 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^2$;

$100 < T \leq 120$ днів, з надходженням $350 < \sum S \leq 400 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^2$;

$120 < T \leq 170$ днів, з надходженням $\sum S > 400 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^2$.

Надходження енергії сонячної радіації в Україні за сезонами складає: весною 0,122... 0,65 , влітку 0,21... 0,75 , восени 0,4 ГДж/м² в залежності від кліматичної зони.

Таким чином, в південних районах доцільний період використання енергії сонячної радіації в 1,7...2,4 рази довший ніж в зоні Полісся і обсяг можливої утилізації в 2...2,8 рази більший ніж в північних регіонах.

Загальновідомо, що Україна за величиною енергетичного вітропотенціалу відноситься до зони середньої інтенсивності вітру (3).

Зональні значення різняться в 1,3 рази. Причому в Лісостеповій зоні майже на 10... 40% нижчі показники ніж в Поліссі і Степу.

Аналіз результатів досліджень ймовірнісного та енергетичного вітропотенціалу дають можливість зробити висновок, коли і де найдоцільніше використовувати енергію вітру.

Коливання тривалості періодів використання вітроагрегатів, що починають віддавати розрахункову потужність при швидкості вітру 4 м/с, складає 25... 365 днів. Причому зональні значення різняться в 1,7... 8,4 рази.

За тривалістю доцільного періоду, територія України розбивається на три регіони: менше 160 днів; від 160 до 300 днів; більше 300 днів.

При використанні вітроагрегатів, що починають віддавати розрахункову потужність при швидкості вітру 5 м/с, коливання складуть 40... 365 днів, а зональні значення будуть різнитися в 1,4... 9,1 рази.

При такому режимі роботи, за тривалістю періодів використання, територія України розбивається на чотири регіони доцільної експлуатації: менше 170 днів; від 170 до 250 днів; від 250 до 300 днів; більше 300 днів.

Порівняння цих режимів роботи свідчить. Збільшення межі початку роботи вітроагрегату на 1м/с знижує тривалість періодів на 75...114 днів.

Надходження питомих значень енергії вітру за сезонами в Україні складає: взимку - 13,1... 132,0 , весною - 14,0... 143,7 , влітку - 8,0...59,1 , восени - 8,1... 104,9 кВт·г на 1 м² поверхні обмаху ротора вітроустановки в залежності від кліматичної зони.

Висновок. Застосування методики та програми оцінки використання енергії сонячної радіації та вітру дозволяє більш об'єктивно визначити кліматичний стан визначеного періоду року, його тривалість в залежності від зони та доцільність розміщення в певних регіонах установок, що використовують дані види енергії.

Список використаних джерел

1. Васько П.Ф. Визначення конструктивних параметрів вітроелектричних установок для вітрових умов України// Энерг. и эл. – 1997.-№3.-с.40-43.
2. Курочкин Г.Ф. Определение коэффициентов корреляционных зависимостей для оценки среднемесячного суточного прихода солнечной радиации на горизонтальную поверхность на территории Украины/ Г.Ф.Курочкин, Ф.Г. Артеменко. – К.:Изд. вузов Физика. -1991.-№6.-с.28.
3. Кулачиська С.С. Відновлювальні джерела енергії / С.С.Кулачиська // Тематичний цикл "Проблеми екології". - Київ,1990. – Серія 12.

УДК 621.472

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ФОТОБАТАРЕЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Скрипник Т.М., 3 курс;
Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

В статті проведено аналіз принципів перетворення сонячної енергії, розглянуті основні складові елементи та блоки, що входять до складу системи перетворення енергії сонця та обґрунтовані перспективи використання сонячних фото батарей для живлення сільськогосподарських споживачів.

291

Постановка проблеми. Одним з найбільш перспективних напрямів є використання сонячних батарей в якості джерела енергії. Ми використовуємо сонячну енергію в своїх потребах і всі традиційні джерела енергії – це в тій чи іншій мірі акумульована енергія, отримана від Сонця. Використовують сонячну енергію для отримання енергії в будь-якому зручному для її використання вигляді. Сонячна енергетика використовує поновлюване джерело енергії і в перспективі може стати екологічно чистою, тобто такою, що не виробляє шкідливих відходів.

Аналіз останніх досліджень. Сьогодні для перетворення сонячного випромінювання в електричну енергію існує дві можливості: використовувати сонячну енергію як джерело тепла для вироблення електроенергії або перетворювати сонячну енергію в електричний струм в сонячних елементах. Сонячну енергію використовують також після її концентрації за допомогою дзеркал – для плавлення речовин, дистиляції води, нагріву, опалювання і т.д. Сонячні фотоелементи вже сьогодні знаходять своє специфічне застосування. Вони виявилися практично незамінними джерелами електричного струму в ракетах, супутниках і автоматичних міжпланетних станціях, а на Землі – в першу чергу для живлення телефонних мереж в не електрифікованих районах або ж для малих споживачів струму [1].

Метою роботи є дослідження сонячних фотобатарей та технічна перевірка їх використання в технологічних процесах сільського господарства.

Основні матеріали дослідження. Сонячна батарея (рис.1) перетворює сонячне світло в електричний струм безпосередньо, без проміжного перетворення сонячної енергії в теплову або механічну. Напівпровідникові перетворювачі засновані на фотоелектричному ефекті, що виникає в неоднорідних напівпровідникових структурах при впливі на них світла.

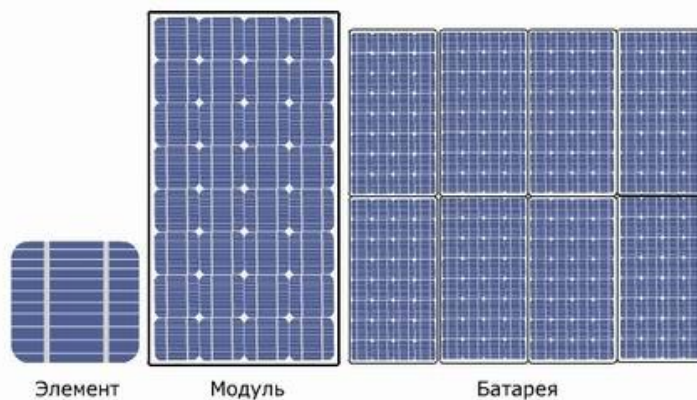


Рисунок 1 – Типові складові сонячних панелей.

Встановлюватися фотобатарей можуть практично скрізь, починаючи від покрівлі і фасаду будівлі і закінчуючи спеціально виділеними територіями. Встановлені потужності теж коливаються в широкому діапазоні, починаючи від постачання окремих насосів, закінчуючи електропостачанням невеликого селища. Найбільша фото установка в світі піковою потужні-

стю до 46.4 МВт містить понад 262 000 сонячних модулів. На повній потужності ця станція може виробляти до 93 млн. кВт·год. на рік, що достатньо для постачання 30 тис. будинків. Пристрої для прямого перетворення сонячної енергії в електроенергію називаються фотоелементами (рис.2), які виготовляють з напівпровідникового матеріалу (Si, GaAs). Сонячний елемент може безпосередньо перетворювати випромінювання в електрику без застосування будь-яких рухомих механізмів. Завдяки цьому, термін служби сонячних генераторів досить тривалий.



Рисунок 2 – Сонячні елементи на основі кристалічного кремнію.

Принцип роботи сучасних фотоелементів базується на напівпровідниковому р-п переході. При поглинанні фотона в області, яка прилягає до р-п переходу, створюється пара носіїв заряду: електрон і дірка [2]. Одна із цих часток є неосновним зарядом і з великою ймовірністю проникає крізь перехід. В результаті створені завдяки поглинанню енергії фотона заряди розділяються в просторі й не можуть рекомбінувати. Як наслідок порушується рівновага густини зарядів. При під'єднанні елемента до зовнішнього навантаження у колі протікає струм (рис.3).

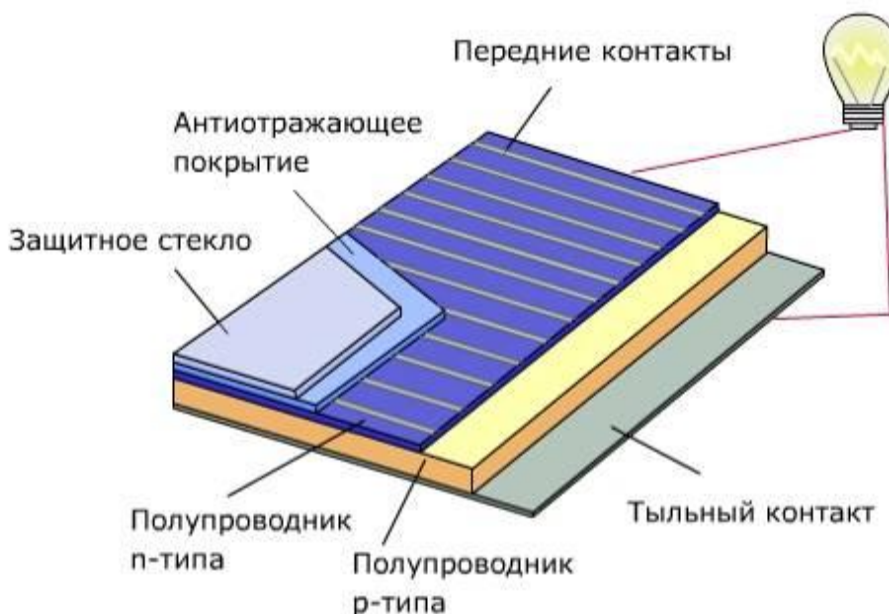


Рисунок 3 – Принцип роботи сонячного елемента.

Сила електричного струму в сонячному елементі буде змінюватися пропорційно кількості захоплених поверхнею фотоелемента фотонів. Цей показник, у свою чергу, також буде залежати від безлічі додаткових чинників - це інтенсивність світлового випромінювання, площа, що має фотоелемент, часу експлуатації, ККД пристрою, що залежить від температури (при її підвищенні, провідність фотоелемента значно падає).

Фотоелектричні модулі, завдяки своїм електричним властивостям, виробляють постійний, а не змінний струм. Він використовується в багатьох простих пристроях, що живляться від батарей. Змінний же струм, навпаки, змінює свій напрямок через регулярні проміжки часу. Саме цей тип електрики поставляють постачальними енергії, він використовується для більшості сучасних приладів і електронних пристроїв. У найпростіших системах постійний струм фотоелектричних модулів використовується безпосередньо. Там же, де потрібен

змінний струм, до системи необхідно додати інвертор, який перетворює постійний струм в змінний.

Кожна сонячна система включає в себе наступні компоненти з такими функціями (рис.4):

- сонячна батарея – перетворює сонячну енергію в електричну;
- контролер – відповідає за заряд-розряд акумулятора;
- акумуляторні батареї – забезпечує накопичення енергії для подальшого її використання;
- інвертор – перетворює постійний струм в змінний.

293

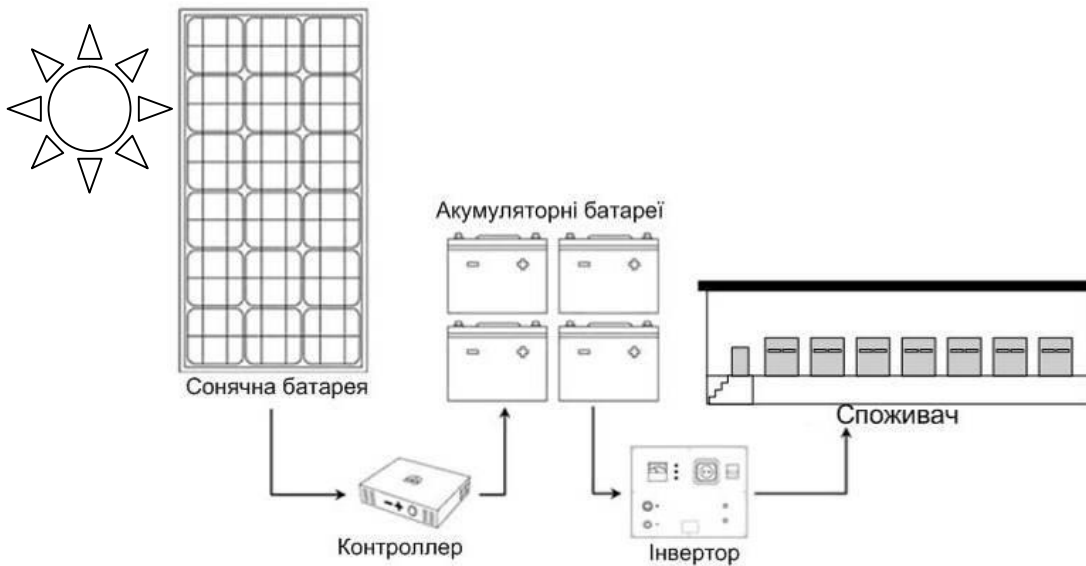


Рисунок 4 – Принцип роботи сонячної енергії.

Така система є автономним джерелом електричної енергії, і може бути в подальшому підключена з метою постачання електричною енергією до найрізноманітнішого обладнання.

Модульний принцип конструювання сонячних систем дозволяє настроїти її на будь-які параметри зарезервованого об'єкту в залежності від потужності енергообладнання, періодичності і тривалості відключень основної енергомережі, якщо система використовується, як альтернативне джерело електроенергії.

В ході дослідження визначили, що при використанні сонячних батарей необхідно прагнути до того, щоб вони були розміщені на максимально освітленому місці і були освітлені однаково. Необхідно вжити заходів, що виключають механічне пошкодження батарей, а також прямий вплив на них вологи і пилу. При транспортуванні необхідно уникати тряскіння сонячних батарей. Необхідно дотримуватися температурного режиму сонячних батарей, який вказаний в їх паспорті. Зазвичай це від -40° до $+50^{\circ}$ C. Влітку, у спекотну погоду необхідно розташовувати сонячні батареї на поверхні, яка не дуже схильна до нагрівання, наприклад, на білій матерії або на блискучій алюмінієвій фользі. У цьому випадку вони слабо нагріваються і забезпечують задовільну роботу розташованих поверхневих сонячних батарей. Необхідно відзначити, що Нікель-Кадмієві акумулятори теж погано працюють при підвищених і знижених температурах. Зниження температури акумулятора нижче 0° C призводить до значного зниження їхньої потужності [3].

До переваг сонячних батарей можна віднести:

- автономність;
- висока надійність;
- зниження витрат на гаряче водопостачання і опалювання до 85%;
- економія органічних видів палива (мазуту, нафти, газу);
- скорочення викидів двоокису вуглецю;
- загальнодоступність і невичерпність джерела;
- відсутність проміжних фаз перетворення енергії.

Напівпровідникові сонячні батареї мають дуже важливу перевагу довговічність. При тому, що догляд за ними не вимагає від персоналу особливо великих знань і мінімального обслуговування.

Теоретично, повна безпека для навколишнього середовища (екологічно чисте джерело енергії) і людини (технічна безпека відповідає всім світовим стандартам).

Розповсюдження сонячних установок серед населення і промисловості позитивно впливає на енергетичну безпеку України.

Недоліками сонячних батарей є перманентна залежність потужності від місцевих умов, часу доби і року, відносна дорожнеча, маленький коефіцієнт корисної дії і чутливість до механічних пошкоджень.

Розрахунки показують: щоб одержати великі кількості енергії, сонячні батареї повинні займати величезну площу – тисячі квадратних кілометрів.

Сьогодні виготовити таку величезну кількість сонячних елементів практично неможливо.

Вживані в сучасних фотоелементах надчисті матеріали – надзвичайно дорогі. Щоб їх виготовити, потрібне складне устаткування, вживання особливих технологічних процесів. Економічні і технологічні міркування поки не дозволяють розраховувати на отримання таким шляхом значних кількостей електричної енергії. Ця задача залишається ХХІ століттю.

Останнім часом вчені у сфері конструювання матеріалів для напівпровідникових фотоелементів – провели ряд робіт, що дозволили наблизити час створення сонячних електростанцій. Коефіцієнт корисної дії сонячних батарей з нових структур напівпровідникових матеріалів досягає вже 30%, а теоретично він може скласти і 90%!

Вживання таких фотоелементів дозволить в десятки разів скоротити площі панелей майбутніх сонячних електростанцій. Їх можна скоротити ще в сотні разів, якщо сонячний потік задалегідь зібрати з великої площі, сконцентрувати і тільки потім подати на сонячну батарею. Отже в ХХІ столітті сонячні електростанції з фотоелементами можуть стати звичним джерелом енергії. Та і в наші дні вже має сенс одержувати енергію від сонячних батарей в тих місцях, де інших джерел енергії немає.

Висновок. Таким чином, роль використання сонячної енергії в сільському господарстві полягає у покращенні температурних та радіаційних умов зростання ряду сільськогосподарських культур – опалення ґрунту, поливі теплою водою, охорони від весняних та осінніх заморозків, опаленні парників і оранжерей, створення оптимальних умов для штучного вирощування культур.

Список використаних джерел.

1. Андреев В.М. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения / В.М.Андреев, В.А. Грилихес, В.Д.Румянцев. — Л.: Наука, 1989. — 310 с.
2. Marti A., Luque A. Next generation photovoltaics. — В&Ph.: Institute of physics publishing, 2004. — 344 с.
3. Адаменко О., Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. — Івано-Франківськ: ІМЕ, 2001. — 432 с.

УДК 620.92

ПРИСАДИБНА КОГЕНЕРАЦІЙНА ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА

Просвірін Д.М., 4 курс;
 Лучанінов В.Ю., 9 клас;
 Жарков В.Я., к.т.н.

*Мала академія наук України, Семенівська загальноосвітня школа,
 Таврійський державний агротехнологічний університет*

Розглянута будова запатентованої присадибної когенераційної вітроенергоустановки, в якій для отримання теплової енергії використано ППЕВТ, а для електричної - багатополосний генератор на постійних магнітах.

295

Постановка проблеми. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010-2015 роки передбачає [1]: зменшити на 15-20 % обсяг використання природних ресурсів (води, корисних копалин, атмосферного повітря тощо) за рахунок зменшення обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів; забезпечити зменшення на 15-20 % обсягу викидів забруднювальних речовин. Проте без використання ВНДЕ, і зокрема енергії вітру, для автономного енергозабезпечення новостворених фермерських господарств на сучасному етапі не обійтись.

Аналіз останніх досліджень. Вітроенергетика - це галузь, що має один з самих високих темпів розвитку. За даними світової вітроенергетичної асоціації (WWEA) щорічний приріст світової потужності ВЕУ становить 25...30%. Сумарна потужність ВЕУ у 2010 році досягла - 197 ГВт в порівнянні із 160 ГВт у 2009 і 120 ГВт у 2008 році.

Лідерами світової вітроенергетики за 2005 - 2010 роки є п'ятірка країн: Китай, США, Німеччина, Іспанія, Індія (табл. 1), хоча трійка лідерів за цей час і помінялася місцями.

Таблиця 1 - Лідери світової вітроенергетики, 2005-2010 рр., МВт

Країна	Місце у 2010 р	2010 р.	2009 р.	2008 р.	2007 р.	2006 р.	2005 р.
Китай	1	44733	26010	12210	6050	2405	1260
США	2	40180	31159	25170	16818	11603	9149
Німеччина	3	27215	25777	23903	22247	20622	18428
Іспанія	4	20676	19149	16754	15145	11615	10028
Індія	5	11065	10925	9645	7580	6270	4430
Україна	36	154	91	90	89	86	77
Загальна світова потужність, ГВт		197	160	120	94	74	59

Жирним шрифтом виділено показник лідера відповідного року.

Темпи зростання вітроенергетики у 2009 році склали 31,7%, що стали найвищим показником з 2001 року. Проте у 2010 році темпи зростання зменшилися до 23,6%, і стали найнижчими за останні 6 років. Продовжується тенденція щодо подвоєння світової потужності вітроенергетичної галузі кожні три роки. Найвищий у світі темп зростання у 2010 р. продемонструвала Румунія – у 40 разів, на другому місці Болгарія – 112%. Китай – практично подвоює свою потужність 5-й рік поспіль. Світове виробництво вітрової електроенергії за 2010 р. становить 430 ТВт-год.

Світовим лідером за питомими показниками вітроенергетики є Данія (табл. 2,3). Подальше зростання потужності і виробництва вітрової електроенергії в Данії стає проблематичним для її енергосистеми.

Таблиця 2 – Питома потужність установлених ВЕУ у 2010 р.

Країна	На одну людину, кВт/ люд	На одиницю площі, кВт/км ²	На одиницю ВВП, кВт/1млн.дол.
Данія	0,675	86,6	18,5
Іспанія	0,442	40,9	15
Німеччина	0,334	76,2	9,2
Португалія	0,344	40,2	15

Таблиця 3 - Частка вітроенергетики (%) в електропостачанні окремих країн

Країна	2009 р.	2010 р
Данія	20	21
Португалія	15	18
Іспанія	14	16
Німеччина	9	9
США	-	до 2
Китай	-	1,2
.....
Україна	-	0,002

За прогнозом WWEA 2009 року до 2020 р. передбачалося встановити не менше 1900 ГВт, а до кінця 2030 р. – 4800 ГВт вітрових потужностей.

Україна, хоча і є лідером з вітроенергетики серед країн СНД, займає 36-те місце в світі, і за останні роки в цій галузі практично нічого не змінила. На сьогодні в Україні нараховується 154 МВт потужностей. Це, в основному, вітроустановки USW56-100, виготовлені в Україні за американською ліцензією, застарілої конструкції – 70-х років [2].

Будівництво ВЕС потужністю 500 МВт і загальною вартістю 600 млн. євро планується розпочати на території Запорізької обл., поблизу Азовського моря, зокрема на території Приазовського і Мелітопольського районів, задіявши під це 200 гектарів землі. Проте, крім намірів, нічого не робиться.

Наша держава лише декларує підтримку вітроенергетики, але практично нічого для цього не робить. Є гарні Закони, але вони не працюють. Так, відповідно до статті 171 Закону України «Про електроенергетику» установлено «зелений» тариф на ВНДЕ. Проте в Україні заборонений продаж енергії від приватних вітряків та сонячних батарей фізичним та юридичним особам або у загальну мережу. Є інформація про «наїзд» податкової служби на власників ВЕУ, хоча чинним законодавством не передбачено справляння будь-яких платежів за використання енергії вітру, і зокрема, для виробництва електричної енергії.

На наш погляд, окрім розвитку комерційної вітроенергетики, в Україні є необхідність розвивати некомерційну: для фермера, для домогосподарства, для дачі. Якщо держава не може забезпечити фермерів «зеленою» енергетикою, то принаймні хай не заважає [2].

Для безперервного постачання фермерських господарств енергією варто віддавати перевагу комбінованому використанню ВЕУ з іншими ВНДЕ (сонячні колектори, біогазові установки, теплообмінники і теплові насоси) і акумулюванню, зокрема, тепловим акумулятором з фазовим переходом [2].

В ТДАТУ запропоновано індукційний спосіб перетворення енергії вітру в теплоту та запатентовано близько 10 установок для його реалізації на базі ШЕВТ, які подібні за конструкцією, проте відрізняються ефективністю [2].

Мета статті. Розробити і запатентувати присадибну когенераційну вітроенергоустановку (КВЕУ) для комбінованого виробництва теплової і електричної енергії.

Основні матеріали дослідження. В застосуванні ШЕВТ є дві проблеми: звідки брати струм для живлення індукційних обмоток збудження; і що робити з тепловою енергією в теплу пору року, коли відпадає в ній потреба.

Для вирішення першої проблеми можна використати запатентований в ТДАТУ ШПЕВТ з самозбудженням. Що ж стосується комплексного вирішення цих проблем пропонується перейти до когенераційної технології.

В Законі «Про когенерацію» [3] сказано: когенераційна установка - комплекс обладнання, що працює за способом комбінованого виробництва електричної і теплової енергії або перетворює скидний енергетичний потенціал технологічних процесів в електричну та теплову енергію. Пізніше Постановою НКРЕ затверджено ПОРЯДОК комбінованого виробництва теплової та електричної енергії «...з використанням нетрадиційних або поновлюваних джерел енергії».

Отже, на наш погляд, для присадибної вітроенергетики найбільш прийнятна КВЕУ, що перетворює енергію вітру безпосередньо в теплоту і частково в електрику – для живлення обмоток збудження ШПЕВТ, а в теплу пору – паралельно: в теплову і електричну, залежно від потреби в них. В перспективі намічено отримувати теплову енергію за рахунок вітротеплонасосної технології [2].

Потужність вітродвигуна (ВД) визначається за формулою [4]

$$P = C_p \pi D^2 \rho \frac{U_o^3}{8}, \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт потужності, максимальне значення $16/27 \approx 0,593$, а практично залежить від якості виготовлення ВД, приймають $C_p=0,3\dots 0,4$ [4];

D – діаметр вітроколеса (ВК);

ρ – густина повітря кг/м^3 ($\rho \approx 1,2 \text{ кг/м}^3$);

U_o – розрахункова швидкість вітру, м/с;

Із формули (1) слідує, що потужність ВД пропорційна швидкості вітру. Максимальне використання енергії вітру можливе тільки при роботі ВК з постійною швидкохідністю $Z=\text{const}$, яка визначається як відношення лінійної швидкості кінців лопатей $U_{\text{л}}=R \omega$ до швидкості вітру U_o . [4]

$$Z = \frac{U_{\text{л}}}{U_o} = \frac{R\omega}{U_o}, \quad (2)$$

де R – радіус вітроколеса;

ω – кутова швидкість обертання вітроколеса, рад/с.

Оптимальна швидкохідність ВК визначається за формулою [4]

$$Z_o = \frac{4 \cdot \pi}{n}, \quad (3)$$

де n – кількість лопатей вітроколеса.

Для трилопатевого ВК оптимальне значення швидкохідності $Z_o \approx 4$. Тоді оптимальна швидкість обертання ВК визначиться за формулою

$$\omega_o = Z_o \frac{U_o}{R}. \quad (4)$$

Із формули (4) слідує, що для ефективного використання енергії вітру треба, щоб швидкість обертання ВК змінювалася із зміною швидкості вітру. В той же час для звичайних генераторів (синхронних чи асинхронних – немає значення) треба підтримувати частоту обертання постійною. Отже вітродвигун і електрогенератор для ефективності своєї роботи пред'являють протилежні вимоги. Із-за цього вони «не добирають» вітрову енергію при малій швидкості вітру і при надто великій. До того ж звичайні генератори вимагають підвищеної частоти обертання, для чого зазвичай використовують мультиплікатори, які в свою чергу, суттєво знижують загальний ККД вітроенергетичної установки.

За прототип КВЕУ вибрано запатентовану в ТДАТУ присадибну вітротеплову установку [6], що містить ВД з горизонтальною віссю обертання і механізмом повороту головки, встановлені на вершині вежі, вертикальний трансмісійний вал, верхній кінець якого з'єднаний через конічну пару шестерень з горизонтальним валом вітродвигуна, ШПЕВТ, який

складається з дискових магнітопроводів з зубчатою будовою прилеглих поверхонь і індукційними обмотками збудження в кільцевих канавках.

Недоліком відомої присадибної вітро теплової установки є неможливість комбінованого перетворення механічної енергії вітру в теплову та електричну енергію, а також потреба в додатковому джерелі збудження, що знижує її ефективність і ККД.

В основу корисної моделі [7] поставлена технічна задача вдосконалення присадибної КВЕУ, в якій за рахунок додаткового введення електрогенератора та приєднання його до вертикального трансмісійного вала забезпечується комбіноване перетворення енергії вітру в теплову та електричну енергію. Крім того, відпадає потреба в додатковому джерелі збудження для індукційного перетворювача механічної енергії в теплову. За рахунок цього підвищується ефективність використання присадибної КВЕУ, збільшується її ККД.

Поставлена задача вирішується тим, що присадибна КВЕУ, згідно корисної моделі, додатково містить електрогенератор, до статорної обмотки якого приєднані струмоприймачі, вал електрогенератора з'єднаний кінематично з вертикальним трансмісійним валом, а індукційні обмотки збудження підімкнені через випрямляч і регульовальний резистор до статорної обмотки електрогенератора. На рис. 1 подана будова КВЕУ. В інших корисних формах виконання: використаний багатополосний синхронний електрогенератор із збудженням від постійних магнітів.

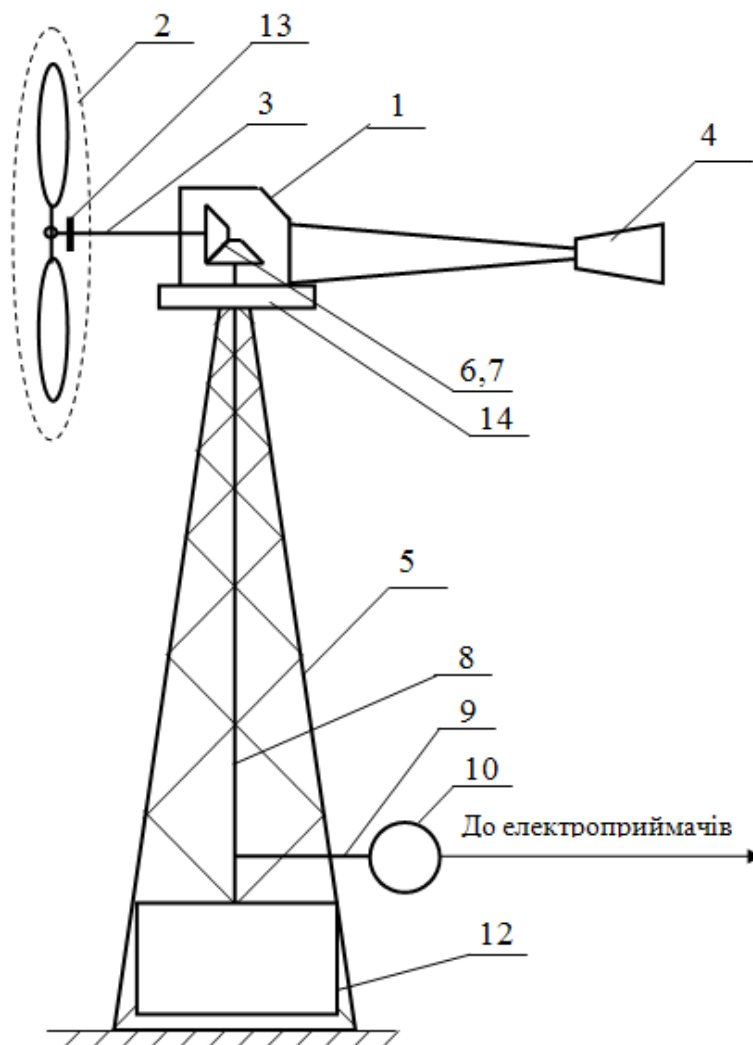


Рисунок 1 - Будова присадибної когенераційної вітроенергоустановки (КВЕУ): 1 - поворотна головка; 2 – вітроколесо з горизонтальним валом 3; 4 – хвіст; 5 - вежа гратчаста; 6,7 - конічна пара шестерень; 8 - вал трансмісійний вертикальний; 9 - вал електрогенератора 10; 12 - ПНЕВТ з вихідним валом 11; 13- маточина вітроколеса.

Запатентована ВЕУ [6] побудована із типових конструктивних елементів. Як вежа 5 використана нижня частина опори ЛЕП-154 кВ. Поворотний механізм в вигляді поворотного круга взятий від двовісного автотракторного причепа, наприклад, причепа 2ПТС-6, а конічна

пара шестерень 6,7 - від мобільного кормороздавача РММ-5,0. Як горизонтальний вал 3 взято напіввісь заднього моста автомобіля ГАЗ-53Б з маточиною 13 на кінці, що вільно обертається в підшипниках панчохи заднього моста автомобіля ГАЗ-53Б, жорстко закріпленій на зварній рамі.

КВЕУ працює таким чином. Від вітрового потоку вітроколесо 2, закріплене на маточині 13, разом з горизонтальним валом 3 обертається і передає обертовий момент через конічну пару шестерень 6,7 і вертикальний трансмісійний вал 8 на вал 9 синхронного багатоплюсного електрогенератора 10, до якого приєднані струмоприймачі, і окремо - на вихідний вал ПЕВТ 12. При зміні напрямку вітру хвіст 4 повертає головку 1 на поворотному крузі, чим установлює вітроколесо 2 на вітер.

Використання багатоплюсного синхронного електрогенератора, дозволяє зменшити частоту обертання ротора і відмовитися від мультиплікатора і за рахунок цього зменшити вартість і збільшити загальний ККД енергоустановки. Використання синхронного електрогенератора із збудженням від постійних магнітів забезпечує простоту конструкції, відсутність контакту ковзання, високий ККД і менший нагрів із-за відсутності втрат в контактні ковзання. Підключення індукційних обмоток збудження через випрямляч і регулювальний резистор до статорної обмотки електрогенератора дозволяє відмовитися від стороннього джерела живлення і зменшити вартість енергоустановки.

Висновок. Впровадження ВНДЕ і зокрема КВЕУ, сприяє зменшенню витрат викопного палива – вугілля, нафти, газу, а отже зменшенню викидів ПГ, що забруднюють атмосферу і призводять до потепління клімату на Землі, економить кошти на енергозабезпечення домогосподарства. Для безперебійного енергозабезпечення фермерських господарств варто віддавати перевагу комбінованому використанню ВЕУ з іншими ВНДЕ. Для присадибної вітроенергетики найбільш прийнятна запатентована нами КВЕУ [7]: для отримання теплової енергії - ПЕВТ, а для електричної - багатоплюсний генератор на постійних магнітах.

Список використаних джерел

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року, №243.
2. Жарков В.Я. Від вітроенергетики комерційної до присадибної/ В.Я. Жарков // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: вісник ХНТУСГ.– Харків, 2010.- Вип. 102. - С. 48-49.
3. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу// Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2005, N 20, ст.278 (із змінами від 07.07.2011).
4. Присадибна вітроенергоустановка для домогосподарства / В.Ю. Лучанінов, Д.М. Просвірін, В.С. Шевченко, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів ТДАТУ. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - Вип. 10, т.2.- С. 78-80.
6. Патент 61502 Україна, МПК (2011.01) F03D1/06, F03D9/00. Присадибна вітротеплова установка/ В.Я. Жарков, В.Ю. Лучанінов. - Заявл. 06.12.2010; Опубл. 25.07.2011.-Бюл.№14.
7. Заявка на корисну модель Україна МПК F03D9/00, F03D1/06 H05B6/06. Присадибна когенераційна вітроенергоустановка/ В.Я.Жарков, В.Ю. Лучанінов, Д.М. Просвірін - Заявл. 12.10.2011.

УДК 63.621.5

РОЗРОБКА ВІТРОУСТАНОВКИ НА БАЗІ ТРИФАЗНОГО ЛІНІЙНОГО МАГНІТОЕЛЕКТРИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА

Шилов В. В., 3 курс;
Середин М.Ю., інженер.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

В роботі проведено обґрунтування основних елементів конструкції вітроенергетичної установки на основі лінійного трифазного магнітоелектричного генератора та запропоновано область застосування даної установки.

300

Постановка проблеми. В даний час проблема виробництва електроенергії з відновлюваних джерел набула важливого значення. Все більше виробляється електричної енергії з різних невичерпних джерел. Один з найперспективніших напрямків виробництва електроенергії є її виробництво з вітру, тобто за допомогою вітроустановок.

Мета статті. Метою даної статті являється розробка вітроустановки на базі лінійного двигуна, покращення енергетичних показників вітроенергетичної установки та більш ефективного перетворення кінетичної енергії вітру та перевірка можливості застосування її в сільському господарстві.

Основний матеріал дослідження. Цікаве та широке застосування в електроприводі вітроустановок можуть знайти, так звані, лінійні двигуни. Велика кількість виробничих механізмів мають поступальний або зворотно-поступальний рух робочих органів. У якості привода таких механізмів або пристроїв використовують звичайні електродвигуни разом з спеціальними видами механічних передач, перетворюючих обертовий рух робочого органа. Ці двигуни бувають синхронні, асинхронні та постійного струму, повторюючи за принципом своєї дії відповідні двигуни обертового руху.

Найбільше розповсюдження отримали асинхронні лінійні двигуни змінного струму, але застосовуються також лінійні двигуни постійного струму. Вони найчастіше застосовуються для отримання невеликих переміщень робочих органів і забезпеченні при цьому високої точності та значних пускових зусиль. Крім того лінійні двигуни постійного струму (як і двигуни обертового руху) дозволяють при необхідності регулювати швидкість руху робочих органів.

Для отримання електроенергії за допомогою кінетичної енергії і вітру існує багато технічних рішень з використанням магнітоелектричних кругових та лінійних генераторів різних конструкцій.

Недоліком даного вітродвигуна з фазами на одній повздовжній вісі є те, що величина отриманих за допомогою лінійного електрогенератора амплітуд трифазної системи електропротікання сил і їх форма не є однаковою по фазах. Причина цього – накладання магнітних полів сусідніх модулів індуктора магнітоелектричного лінійного генератора, що складається із рухомого елемента (немагнітного стержня, феромагнітних елементів, постійних магнітів та нерухомого елемента (трьох обмоток (фаза - А, фаза - В, фаза - С), кожна із яких охоплена магнітопроводом статора, і немагнітних розпірних деталей), які віддалені один від одного немагнітними елементами і розміщені на одній вісі. Таке розташування модулів індуктора призводить до зниження енергетичних характеристик магнітоелектричного лінійного генератора та відповідно вітродвигуна.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що у відомому вітродвигуні, що містить ротор, який з'єднаний з кривошипом через вал ротора. Кривошип шарнірно з'єднаний з шатуном і крейцкопфом, який з'єднано за допомогою повзунка з осердям лінійного електрогенератора. Осердя лінійного генератора жорстко з'єднано зі штоком поршневого насоса, у відповідності до корисної моделі рухомий та нерухомий елементи лінійного електрогенератора генератора, що встановлені у вздовж подовжньої вісі, рознесені в просторі на три взає-

мно паралельні вісі. Зсув між синусоїдами трифазною системою ЕРС на 120° утворюється за допомогою кривошипа.

Схема розробленої вітроустановки показана на рис 1:

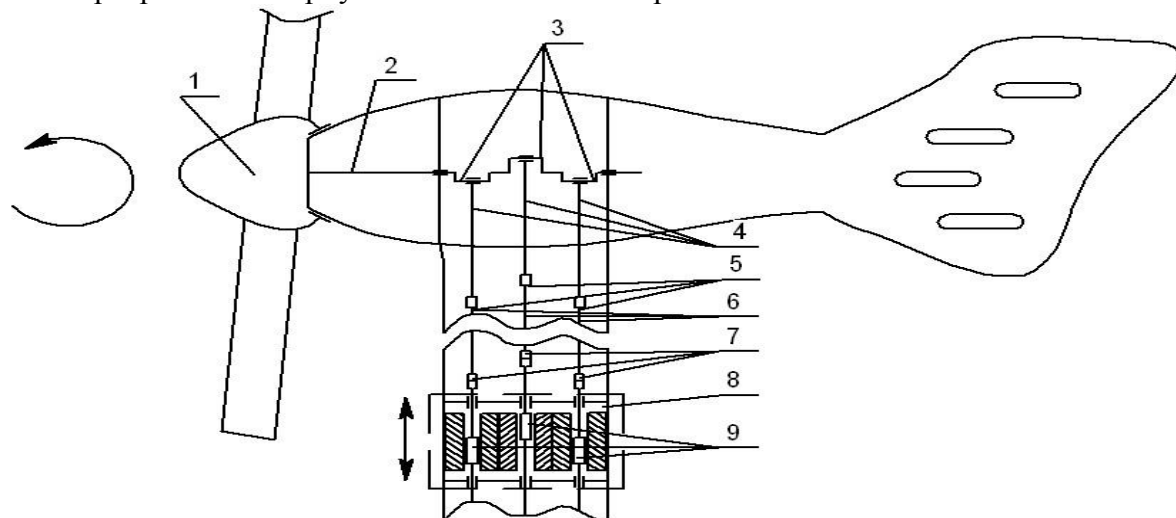


Рисунок 1 - Схема вітроенергетичної установки, вид збоку.

Запропонована конструкція містить вітроколесо 1, яке через ротор 2 з'єднано з валом 3 та кривошипами, коліна яких розташовані під кутом 120° відносно один одного. Кривошипи з'єднано, відповідно, з шатунами та крейцкопфами, що за допомогою повзунків і муфт, відповідно, з'єднані з рухомими частинами лінійного електрогенератора. При цьому, крейцкопфи, повзунки, муфти та рухомі частини, наприклад, осердя лінійного електрогенератора змонтовані всередині трубочастої стійки.

Принцип роботи запропонованої конструкції вітроенергетичної установки полягає в тому, при достатній швидкості вітру вітроколесо 1 через ротор 2 надає валу 3 обертальний рух з кутовою частотою ω , який, через кривошипно-повзунковий механізм, зокрема кривошипи та шатуни, та крейцкопфи перетворюється у зворотно-поступальний рух осердь лінійного електрогенератора. Внаслідок того, що коліна кривошипів розташовані під кутом 120° відносно один одного, осердя переміщуються по черзі, що необхідно і достатньо для отримання трифазної системи ЕРС зсунутої на кут 120° між фазами.

Висновки. Таким чином, вітроенергетична установка дозволяє надійно виробляти електроенергію, застосовуючи нетрадиційні джерела енергії, і економно та ефективно її використовувати, що знизить електричні енерговитрати та створить передумови для розвитку нетрадиційної енергетики.

Список використаних джерел

1. Красниченко А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / А.В. Красниченко, В.И. Александров, М.И. Клецкин, А.А. Гафанович, А.А. Чапкевич и др. – Книга в 3-х томах. – М.: ГНТ изд-во машиностроительной лит-ры. 1961. – С. 862.
2. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.1 Альтернативная энергетика / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Учебник. – Харьков: НАКУ «ХАИ», Севастополь: СНТУ, 2006. – 256с.
3. Кривцов В.С. Неисчерпаемая энергия. Кн.2 Альтернативная энергетика / В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев. – Учебник. – Харьков: НАКУ «ХАИ», Севастополь: СНТУ, 2006. – 334с.
4. Пат. 41883 Україна, МПК H02K 35/00. Магнітоелектричний лінійний генератор / Гребеніков В.В., Петренко А.В.; заявник та патентовласник – Гребеніков В.В., Петренко А.В.. – № u 20090831; заявл. 04.02.2009; опубл.

УДК 620.92

СТАН СУЧАСНОЇ СВІТОВОЇ І ВІТЧИЗНЯНОЇ ФОТОЕНЕРГЕТИКИ

Зайцева І.В., магістрант;

Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто стан світової і вітчизняної фотоенергетики. За 2011 рік Україна досягла значних успіхів в цій галузі, зокрема за рахунок впровадження «Зеленого тарифу».

Постановка проблеми. Аналізуючи причини, умови та наслідки світової економічної кризи початку ХХІ ст., доцільно наголосити, що вона слугує лакмусовим папірцем їх життєздатності. Криза не лише продемонструвала негативні тенденції розвитку багатьох країн, а й актуалізувала перегляд стратегій їх розвитку та важливість виваженого прийняття рішень в інтересах своїх народів, а не їх правлячих верхівок.

Аналіз останніх досліджень. Серед країн, які у зв'язку з економічною кризою зазнали значних потрясінь, опинилася і Україна й однією з причин цього ми вважаємо низьку конкурентоспроможність держави на світовій арені. На вирішення цих проблем спрямовані Закон України «Про альтернативні джерела енергії» [1] і Державна цільова економічна програма енергоефективності [2]. Зрозуміло, що це завдання є комплексним, адже воно передбачає всебічний глибинний підхід до перегляду підвалин розвитку держави, однак у своєму дослідженні ми зупинимося лише на одному аспекті підвищення конкурентоспроможності – енергетиці (а саме – впровадженні фотоенергетики).

Важливість саме цього аспекту обумовлюється тим, що енергетика є становим хребтом економіки будь-якої країни й від її стану залежать не лише успішний розвиток усіх галузей народного господарства, а й рівень та якість життя населення. Ще одним аргументом на користь модернізації структури вітчизняної енергетики є невинна інтеграція України до Європи, що передбачає відмову від використання атомної енергії та широкий розвиток альтернативних джерел енергії.

Мета статті. Проаналізувати стан світової фотоенергетики і окреслити шляхи її розвитку в Україні.

Основні матеріали дослідження. Аналіз свідчить, що впродовж останніх років у вітчизняній енергетиці нагромадилося чимало складних проблем, які потребують ефективного та швидкого вирішення. Серед них першочерговими є проблеми надійного та якісного енергозабезпечення, підвищення енергетичної безпеки України, розробка та впровадження енергоощадних технологій, ефективного та сталого функціонування ОЕС України, пошуку нових джерел енергії, розвитку НВДЕ, підвищення безпеки експлуатації енергетичних об'єктів, насамперед АЕС, тощо. Адже сьогодні енергетика України опинилася серед галузей, які є найбільшими забруднювачами навколишнього природного середовища. Так, за оцінками експертів, наші ТЕС викидають в атмосферу 76% окисів сірки, 53% окисів азоту та 26% твердих частинок у відношенні до загальних викидів стаціонарних установок.

До нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) звичайно відносять сонячну, вітрову й геотермальну енергію, енергію морських припливів і хвиль, біомаси, низькопотенційну енергію навколишнього середовища та малі ГЕС потужністю до 30 МВт. Зазначені джерела енергії мають як позитивні, так і негативні властивості. До позитивних відносяться поширеність більшості їхніх видів, екологічна чистота. Експлуатаційні витрати по використанню НВДЕ не містять паливної складової.

Негативні якості - це мала щільність потоку (питома потужність) і мінливість у часі більшості НВДЕ. Більше неприємностей доставляє мінливість у часі таких джерел енергії, як сонячне випромінювання, вітер, припливи, стік малих рік, тепло навколишнього середовища.

Для малих автономних вітрових і сонячних енергоустановок можливе й доцільне застосування електрохімічних акумуляторів, але при виробництві електроенергії за рахунок

цих нерегульованих джерел у промислових масштабах виникають труднощі, пов'язані з неможливістю постійного сполучення виробництва електроенергії з її споживанням (із графіком навантаження). Досить потужна енергосистема, що включає також вітроелектричні установки (ВЕУ) або вітроелектростанції (ВЕС) і сонячні фотоелектростанції (ФЕС), може компенсувати зміни потужності цих станцій. Однак при цьому, щоб уникнути змін параметрів енергосистеми (насамперед частоти), частка нерегульованих електростанцій не повинна перевищувати 10-15% (по потужності).

У порівнянні з іншими видами виробництва електроенергії за рахунок НВДЕ, сонячна фотоенергетика має найбільший потенціал довгострокового росту. За існуючими оцінками, сонячного світла, що падає на Землю щохвилини, досить для того, щоб задовольнити поточні глобальні потреби в енергії протягом цілого року. Згідно із прогнозом Світового енергетичного агентства (IEA), в 2004-2030 р. виробництво електроенергії за рахунок НВДЕ зросте майже втричі, у тому числі сонячної - в 60 разів.

З усіх геліотехнологій фотоелектрична енергетика має, мабуть, найбільш широкі перспективи. Фотоелектричні установки (батареї), що складаються із сотень фотоелектричних перетворювачів (ФЕП), уже завоювали величезну популярність у Японії, США й країнах Західної Європи, а з недавнього часу почали освоєння вітчизняного ринку.

Японія зараз є світовим лідером сонячної енергетики. Німеччина займає друге місце у світі по встановлених потужностях сонячної енергетики. Для стимулювання сонячної енергетики у Німеччині постачальникам електроенергії, одержуваної на сонячних енергосистемах і відправлену в національну енергомережу, протягом 20 років надаються гарантовані (10-кратні) тарифи. Найбільшими світовими продуцентами фотоелектричних пристроїв і модулів є Японія, Німеччина і США. Ці ж три країни є найбільшими світовими споживачами електроенергії, вироблюваної за допомогою фотоелектричних пристроїв.

Перетворення сонячного світла в електрику відбувається у ФЕП, виготовлених з напівпровідникового матеріалу, наприклад, кремнію, які під впливом сонячного світла виробляють електричний струм. З'єднуючи ФЕП в модулі, а ті, у свою чергу, один з одним, можна будувати великі фотоелектричні станції (ФЕС).

За своїм конструктивно-технологічним рішенням ФЕП являють собою наукоємні виробни електронної техніки. Найпоширенішими, надійними та довговічними є ФЕП на основі монокристалічного кремнію, які вперше були застосовані десятки років тому для електропостачання космічних апаратів. Ефективність роботи ФЕП залежить від оптичних та електрофізичних властивостей напівпровідникового матеріалу [3]:

- коефіцієнту відбиття світла від поверхні напівпровідника - чим більше світла проникає вглиб базового шару, тим вище к.к.д.;
- квантового виходу напівпровідника, який показує відношення числа поглинених фотонів до числа генерованих при цьому електронів;
- спектрального становища основної смуги поглинання сонячного випромінювання.
- від випрямляючих характеристик рп-переходу, які визначають ефективність розподілу носіїв заряду.

Недолік ФЕП на основі GaP в порівнянні з Si рп-структурами: істотно менша чутливість до інфрачервоного світла (рис.1), що відрізняє його від кремнієвого ФЕП [3].

Фотоелектричний метод перетворення енергії не впливає на енергетичний баланс Землі. Однією з основних переваг сонячної фотоенергетики є те, що сонячна енергія рівнодоступна всім жителям Землі й тому є найбільш демократичним видом енергетики.

Важливою перевагою систем сонячної фотоенергетики є відсутність викидів CO₂ в процесі роботи систем, хоча непрямі викиди присутні на інших стадіях життєвого циклу системи. Проте, як показали недавні дослідження, фотоелектричні технології генерують набагато менше викидів на ГВт виробленої енергії протягом усього життєвого циклу, ніж технології, що використовують традиційні види палива. Як мінімум 89% викидів, пов'язаних з виробництвом енергії, можна було б запобігти, замінивши традиційні джерела енергії фотоелектричними. Крім того, фотовольтаїка не пов'язана з якими-небудь іншими видами забруднення навколишнього середовища (такими як вихлопні гази або шум). До 2030 р. скорочення щорі-

чних викидів вуглецю завдяки використанню систем сонячної фотоенергетики досягне 1 млрд. тонн, а сумарне скорочення — майже 6,7 млрд. тонн.

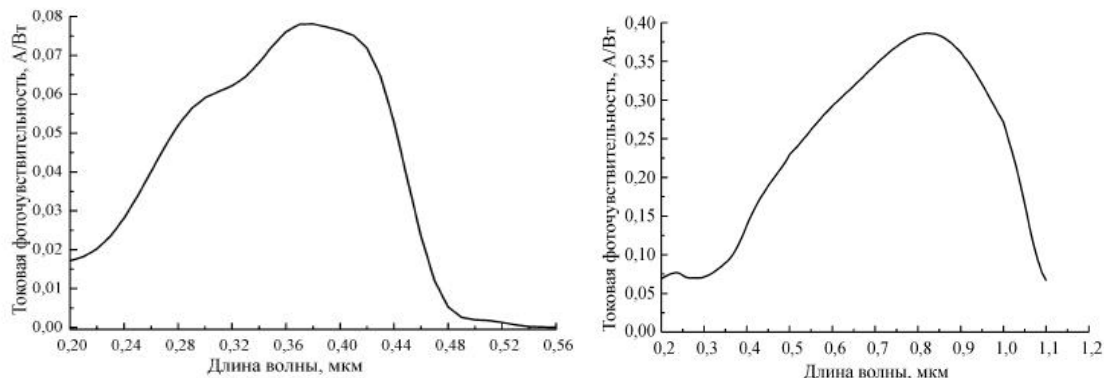


Рисунок 1 – Чутливість різних ФЕП до інфрачервоного світла GaP (а) і Si (б).

Уперше фотоелектричні батареї були використані в космосі на супутниках. Сьогодні сонячна електрика використовується досить широко. Сонячна система може бути використана для найрізноманітніших сфер застосування:

- освітлення й енергопостачання приватних приміщень - приватних і житлових будинків, дач;
- освітлення й енергопостачання суспільних закладів - шкіл, лікарень, офісів і ін.
- енергопостачання господарств і інших комплексів;
- освітлення територій (парки, сади, двори) і доріг (шосе, вулиць);
- енергопостачання телекомунікаційного устаткування;
- енергопостачання медичного устаткування;
- енергопостачання нафто- і газопроводів і платформ;
- енергопостачання водоподачі;
- енергопостачання водоопріснення;
- зарядки для мобільних телефонів і ноутбуків і багато чого іншого.

Світовий ринок фотовольтаїки бурхливо розвивається, починаючи з 1998 року (рис.2).

Середній щорічний темп росту нових батарей у світі за останні 10 років склав 50,4%.

Згідно даним ЕРІА, обсяг інсталяцій в 2010 році досяг рекордного рівня в 16,6 ГВт, а загальний фонд установлених у світі батарей всіх типів 39,5 ГВт. По оцінці Solarbuzz, ринок інсталяцій в 2010 році склав 18,2 ГВт.



Рисунок 2 - Динаміка Європейського ринку фотоелектрики.

Розробка НВДЕ стала особливо актуальною на тлі подій в Японії, де 11 березня стався руйнівний землетрус, що викликав цунамі. В результаті розгулу стихії на АЕС «Фукусіма» сталося кілька аварій і витоків радіації. Майбутнє атомної енергетики опинилося під загро-

зою, і багато країн задумалися про НВДЕ. У Бельгії вперше запустили потяг на сонячній енергії. «Екологічний» поїзд курсуватиме за маршрутом Париж-Амстердам (рис.3).



Рисунок 3 – Електропоїзд на ФЕП в Бельгії.

Електрика для поїзда генерується сонячними батареями, розташованими на 3,6-кілометровому тунелі навколо залізничних колій на півночі Бельгії. 16 000 батарей, загальною площею 50000м², виробляють 3,3 тисячі МВт електроенергії на годину. Вартість проекту склала 15,6 мільйона євро.

Майже половина всіх сонячних батарей встановлена в Німеччині (17,2 ГВт), що продовжує залишатися найбільшим ринком - 7,4 ГВт в 2010 році. Успіх Німеччини пояснюється тим, що країна однією з перших запустила маш-

табну федеральну програму підтримки альтернативної енергетики. Закон "Про поновлювану енергію" (The German Renewable Energy Act, Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) набув чинності в країні в 2000 році. Як результат, на початок 2011 року 17% електроенергії й 8% теплової енергії генеруються в країні на основі ВДЕ. Друге місце по обсягу інсталяцій в 2010 році зайняла Італія (2,3 ГВт нових потужностей і загальний фонд в 3,5 ГВт), третє - Чехія (1,5 і 1,9 ГВт відповідно).

Ріст ринку в Чехії, Італії, а двома роками раніше - в Іспанії, став можливий завдяки державній підтримці й, так званому, "тарифу на підключення" (feed-in tariff, FIT, "зелений" тариф). FIT гарантує можливість підключення до мережі й укладення довгострокового контракту на поставку електроенергії в мережу по спеціальному завищеному тарифу. FIT є головною мірою підтримки генерації на основі НВДЕ у світі.

В Україні «зелений тариф» був введений 16 квітня 2009 року із прийняттям змін у закон "Про електроенергетику" На відміну від тексту попереднього Закону про «зелений тариф», прийнятому у 2008 р., нова редакція Закону зобов'язує купувати електроенергію не за оптовою, а роздрібною ціною, яка існує на енергоринку, що призводить до значного збільшення величини «зеленого тарифу». За станом на жовтень 2011 року тариф для сонячної енергетики становив 512,38 коп/кВт·год без ПДВ. Величина українського "зеленого" у наш час є однією з найбільш значимих у Європі. Термін дії FIT розрахований до 2030 року. У цей період держава зобов'язала Обленерго безперешкодно підключати об'єкти альтернативної генерації до електромереж.

Зелений тариф повинен стати головним інструментом реалізації державної цільової економічної Програми [1]. Програма була затверджена Кабінетом Міністрів у березні 2010 року й спочатку передбачала до 2015 року частку НВДЕ в загальному обсязі електроспоживання - не менш 5%. У квітні 2011 року Програма була переглянута у бік збільшення, і цільовий показник виріс до 10%. Прогнозний обсяг фінансування за новою редакцією програми складе 347,8 млрд. грн., у тому числі 28,8 млрд. грн. за рахунок бюджетів різних рівнів. Державні засоби будуть спрямовані на будівництво й реконструкцію електромереж і підстанцій для приєднання нових об'єктів електроенергетики.

Введення "зеленого" тарифу стало потужним стимулом розвитку промислової фотовольтаїчної генерації на Україні. Сьогодні в країні функціонують 5 фотоелектричних станцій, кожна з яких працює по «зеленому» тарифу. Три з них розташовані в Криму, ще 2 - у Вінницькій області.

Будівництвом ФЕС в АРК займається компанія Activ Solar. Компанії вже вдалося побудувати 3 станції загальною потужністю в 147,5 МВт. Більша частина «потужності» (100 МВт) доводиться на станцію в селі Охотниково, уведена в експлуатацію порівняно недавно. Дана станція являє собою найбільший сонячний парк у Східній і Центральній Європі. Раніше Activ Solar успішно завершила введення в експлуатацію 7,5 МВт потужностей сонячної електростанції в селі Родникове (Крим, Сімферопольський район). У цей момент Activ Solar, по

оцінкам експертів - єдиний активний інвестор, що будує в Україні станції потужністю більше 5 МВт. Всі станції будуються з використанням імпортованих модулів.

З великою ймовірністю можна чекати виходу на ринок інсталяцій інших інвесторів, що дозволить досягти фонду інсталяцій 450-500 МВт до 2015 року. Серед найбільш сприятливих регіонів для будівництва станцій називаються АРК, Миколаївська, Херсонська, Одеська й Запорізька області. Планується побудувати ФЕС на 10 МВт в м. Приморськ.

Для розвитку фотоенергетики в Україні існують промисловий і науковий потенціал, що складається з підприємств-виробників напівпровідникового кремнію (Запорізький титаномагнієвий комбінат, Світловодський завод чистих металів) і виробників напівпровідникових приладів (АТ "Квазар", "Родон", "Гравітон", "Гама", "Дніпро" і ін.), навчальних закладів і інститутів системи НАНУ. У випадку підтримки з боку держави й поновлення економічного росту в країні може бути налагоджене серійне виробництво фотоелектричних модулів, вартість яких, імовірно, може бути нижче західних аналогів (рис.4) [4,5].



Рисунок 4 – ФЕП для освітлення автодороги.

306

Строк окупності таких станцій 6-8 років. Прибуток буде забезпечено завдяки досить високим «зеленим тарифам» і низьким витратам на виробництво. Екологічно чисте «виготовлення» електроенергії дає

можливість торгу вуглецевими квотами в рамках відомого Кіотського протоколу. Згадана станція "Охотниково", наприклад, скорочує викид в атмосферу вуглецю на 80 тис. тонн у рік.

Висновок. Витрати на спорудження ФЕС з розвитком і розширенням виробництва ФЕП повільно, але вірно знижуються. В Україні сьогодні вони становлять приблизно 2,5 євро/Вт. У зв'язку із цим незабаром можна чекати доведення сумарної потужності сонячної генерації в Україні до 500 МВт у 2015 році.

Список використаних джерел

1. Про альтернативні джерела енергії: Закон України // ВВР.-2003.-№24.- Ст.155.
2. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року, №243.
3. Сельоткін В.О. Аналіз фотоперетворювачів для живлення освітлювальних приладів / В.О. Сельоткін, О.В. Бартенев, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. Пошук молодих.-Донецьк: ДонНТУ.-2010.-С. 48–50.
4. Пат.3786 Україна, МПК (2006) H02N6/00, H01L31/00. Пристрій для освітлення автостради / В.Я.Жарков, В.С. Атрошенко, А.О. Манич, Є.П. Слєпкін, Д.М. Мисов, Кузьо Н.В.– Оpubл. 10.12.2008.–Бюл.№23.
5. Пат.64434 Україна, МПК (2011.01) B60Q1/02, H02N6/00. Автономна система аварійного освітлення автомобільного тунелю / В.Я.Жарков, В.О. Сельоткін, М.В. Михайлик.– Оpubл. 10.11.2011.–Бюл.№21.

УДК 620.92

СУЧАСНИЙ СТАН СВІТОВОЇ ТА ВІТЧИЗНЯНОЇ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ

Зайцева М.В., магістрант;

Жарков В.Я., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянута стан світової і вітчизняної вітроенергетики. України у вітроенергетичній галузі значно відстає від лідерів. Треба розвивати малу вітроенергетику.

307

Постановка проблеми. Рівень розвитку енергетики має вирішальний вплив на стан економіки в державі, вирішення проблем соціальної сфери та рівень життя людини. Українська економіка є однією з найбільш енергоємних у світі: на виробництво одиниці ВВП витрачається у 3-5 разів більше енергії, ніж у країнах Східної Європи. Це призводить до зростання навантаження на державний бюджет за рахунок необхідності субсидування закупівлі надлишкової кількості енергоресурсів, у тому числі газу, збільшення викидів в атмосферу, й створює проблеми для конкурентоспроможності економіки в майбутньому, у міру неминучого вирівнювання внутрішніх цін на електроенергію зі світовими.

Аналіз останніх досліджень. У багатьох країнах Європи динамічно розвивається виробництво енергії з відновлюваних джерел. За розрахунками Єврокомісії, що базуються на національних прогнозах, їх частка у структурі виробництва електроенергії сягне 20,3% до 2020 року

Мета статті. Проаналізувати стан вітроенергетичної галузі і окреслити шляхи її розвитку в Україні.

Основні матеріали дослідження. Нині інвестиції у відновлювану енергетику зростають з кожним роком і становлять уже чверть усіх світових інвестицій в енергетичний сектор. Вітроенергетика забезпечує нині понад 10 мільйонів будинків у 37-ми країнах світу.

На світовому ринку вітряних турбін у 2011 році встановлено новий рекорд, він досяг величини 42 ГВт, після 37,6 ГВт у 2010 році [1].

За даними WWEA встановлена потужність вітроенергетики в світі досягла 239 ГВт (добавлено 42 ГВт) в порівнянні з 196630 МВт в 2010 році 159'213 МВт в 2009, 120'903 МВт в 2008, 93'930 МВт в 2007, 74'123 МВт в 2006 і 59'012 МВт в 2005 р.

Знову можна побачити, що за кожні три роки встановлена потужність вітроенергетичної галузі збільшується приблизно у два рази. Темп росту ринку нових вітротурбін за 2011 рік склав 21,4%, (42 ГВт) що є найменшим показником з 2004 року, в порівнянні з 38'312 МВт в 2009 році. Десять років тому обсяг ринку нових вітротурбін становив всього 4 ГВт, тобто одну десяту ринку 2009 року.

Серед окремих країн, Китай зберіг свої сильні позиції, досягнута така ж сума як і в попередньому 2010 році. Китай в 2011 році встановив близько 18 ГВт нових вітрових турбін, і підходить до загальної потужністю 63 ГВт, більше чверті глобальної вітрової потужності. Другим за величиною ринком для нових вітрових турбін знову стали США з 6,8 ГВт, далі йдуть Індія (2,7 ГВт), Німеччина (2 ГВт) і дивно сильним Канада з 1,3 ГВт нових встановлених потужностей. Іспанія, Франція та Італія добавили кожен близько 1 ГВт [1].

Відповідно до звіту, п'ятірка країн-лідерів за потужністю вітрової енергії залишається такою: Китай, США, Німеччина, Іспанія та Індія, які сукупно представляють 74% світового ринку вітроенергетики. Китай продовжує домінувати, додавши 18 ГВт за 2011 р. Ринок США додав протягом 2011 року 6,8 ГВт, Індія (2,7 ГВт). Дивно сильною стала Канада з 1,3 ГВт нових встановлених потужностей [1].

Більшість європейських ринків показали сильніше зростання в 2011 році. Основними ринками в Європі продовжують бути Німеччина (нова потужність 2 ГВт). Далі йдуть Іспанія, Франція та Італія, які додали нових потужностей кожен близько 1 ГВт.

Протягом першої половини 2011 року три країни були додані до списку держав, що використовують вітряну енергетику, збільшивши таким чином список з 83 до 86 – Венесуела, Гондурас та Ефіопія.

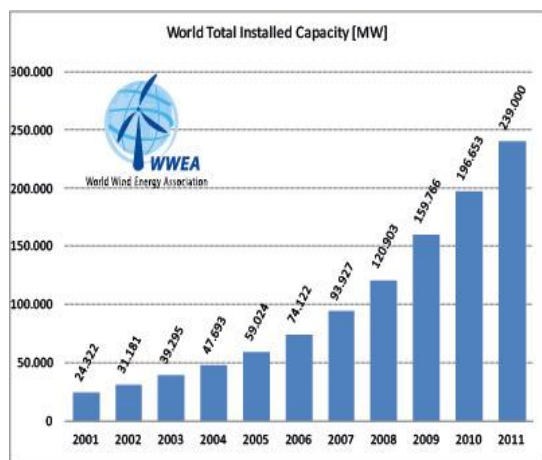


Рисунок 1 – Динаміка зростання світової потужності ВЕУ, МВт і темпів зростання,% [1,2].

Нові ринки в Східній Європі показали найвище зростання з січня по червень 2011 року: Румунія – 10% (59 МВт додано), Польща – 22% (245 МВт додано), Хорватія – 28 % (20 МВт додано) та Естонія – 32% (48 МВт додано). Лідером світової вітроенергетики за питомими показниками потужності є Данія (табл.2).

Таблиця 2 – Питома потужність установлених ВЕУ і частка вітроенергетики (%) в електропостачанні окремих країн у 2010 р [2]

Країна	На одну людину, кВт/ люд	На одиницю площі, кВт/км ²	На одиницю ВВП, кВт/1млн.дол.	Частка вітроенергетики (%)
Данія	0,675	86,6	18,5	21
Іспанія	0,442	40,9	15	16
Німеччина	0,334	76,2	9,2	9
Португалія	0,344	40,2	15	18

У 2010 р. 21 % споживаної електроенергії в Данії виробляли ВЕС. Подальше зростання частки вітрової електроенергії стає проблематичним для енергосистеми Данії.

Україна, як і більшість європейських держав, сильно залежить від імпорту видобувного палива. У Державній програмі енергоефективності на 2010–2015 роки [3], ухваленій Кабінетом Міністрів України, передбачено ряд важливих заходів, що плануються до реалізації у сфері відновлюваної енергетики й енергозбереження, зокрема зменшення за 5 років енергоемності ВВП на 20%. Вона передбачає також оптимізацію структури паливно-енергетичного балансу країни шляхом зменшення частки імпортованих енергоресурсів за рахунок збільшення видобутку енергоносіїв із відновлюваних джерел.

Впродовж року на планету надходить енергії в 15 тис. разів більше від обсягів нинішнього споживання всіма країнами світу. На енергію вітру перетворюється близько 3% енергії сонячного випромінювання, а отже, ресурси енергії вітру на Землі приблизно у 50 разів більші за сумарні енергетичні потреби людства.

Розвивати відновлювані джерела енергії на Заході було вирішено після нафтової кризи 1973 року, яка наочно продемонструвала загрози хиткого «нафтового світу». Тоді розпочався активний пошук нових ресурсів. Ставку було зроблено на ВНЕ, які на той час перебували практично на нульовому рівні. Час показав, що це правильний вибір.

Використання відновлюваних джерел стає дедалі актуальнішим і для України. А з підвищенням цін на нафту та газ — ще й цілком рентабельною справою. Орієнтуватися лише

на ядерну енергетику, поки не вирішені питання, пов'язані з безпекою атомних станцій і створенням довгострокових сховищ ядерних відходів, було б просто нерозумно. До того ж, купуючи ядерне паливо й устаткування для атомних станцій, ми, як і у випадку з нафтою і газом, підтримуємо чужу економіку і ставимо під удар власні позиції.

Якщо об'єктивно оцінювати ситуацію, то на сьогодні у нашої держави є тільки дві можливості виходу з затяжної енергетичної кризи і побудови власної системи енергобезпеки. Це вугільна промисловість і відновлювана енергетика, а також, звичайно, енергозбереження та підвищення енергоефективності [4].

З вугіллям теж не все так просто. Цього ресурсу в країні вистачає, проте він не дуже високої якості і при використанні негативно впливає на навколишнє середовище, а навіть сучасні технології дозволяють зняти тільки частину проблем. Тим часом, вітроенергетика може розвиватися на всіх рівнях — від автономного енергозабезпечення окремих господарств до використання в промисловому і загальнонаціональному масштабах. Вітроенергетика сьогодні — один зі стрижнів світового енергетичного розвитку. А серед країн СНД Україна виявилася найбільш підготовленою до освоєння енергії відновлюваних джерел, бо саме в нашій країні були сконцентровані основні наукові дослідження колишнього СРСР.

За даними Міжгалузевого науково-технічного центру вітроенергетики Національної академії наук України, територія нашої країни має значний вітроенергетичний потенціал. Фахівці виокремлюють регіони, де використання вітру є економічно доцільним — Карпатський, Приазовський, Донецький, Західнокримський, Гірськокримський, Керченський, Харківська і Полтавська області. Вчені вважають, що за максимального використання сили вітру можна одержати електроенергію в обсягах, які дають змогу забезпечити не менш, як 50% загального енергоспоживання країни.

В Україні діють сім вітроелектростанцій (ВЕС), оснащених власними вітроагрегатами. У 1998-1999 роках стали до ладу три нові ВЕС, вартість електроенергії на яких нижча, ніж на збудованих раніше.

Процес будівництва української вітроенергетики почався у 1996 році, коли була запроектована Новоазовська ВЕС проектною потужністю 50 МВт. У 2000 році працювало 134 турбіни з 3500 запроектованих та закладено близько 100 фундаментів під турбіни потужністю 100 кВт кожна. Фактична потужність станції при штаті 34 працівники – 14,5 МВт. Приблизно такий же штат співробітників буде на ВЕС, коли вона досягне проектної потужності. На Південмаші у Дніпропетровську будують турбіну потужністю 1,0 МВт, яка буде встановлена на Новоазовській ВЕС. Від 2009 року вітроелектростанції в Україні отримали право на використання зеленого тарифу. Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо встановлення "зеленого" тарифу" був прийнятий 25 вересня 2008 року. Закон передбачає обов'язкове придбання постачальниками електроенергії наступних джерел:

- Малі гідроелектростанції (встановленою потужністю до 10 МВт);
- Вітрові електростанції;
- Сонячні електростанції;
- Електростанції, що використовують біомасу в якості палива.

Ставка зеленого тарифу періодично встановлюється постановами Національною комісією регулювання електроенергетики України (НКРЕ) у розмірі "подвоєного середньозваженого тарифу на електричну енергію, яка закуповується в енергогенеруючих компаній за рік, що передує року встановлення тарифу". У разі значних коливань курсу гривні щодо євро НКРЕ зобов'язана внести відповідні корективи до ставок зеленого тарифу. Станом на листопад 2011 року ставка зеленого тарифу для вітроенергетики склала 124,54 коп./кВт·год.

Для того щоб стати власником «зеленого» тарифу, необхідно отримати ліцензію в НКРЕ. Ліцензія видається виключно суб'єкту підприємництва, який передбачає здійснювати діяльність з виробництва електроенергії з альтернативних джерел. Існує ряд ліцензійних умов, яким повинен відповідати ліцензіат. Необхідно провести ряд складних дослідних робіт і пройти безліч погоджень для того, щоб отримати дозвіл на будівництво електростанції від влади. До ліцензіату також пред'являються вимоги щодо кадрового та технічного забезпечення. Також підприємство має виробляти відповідний обсяг енергії, щоб окупити себе. Хоча обмежень за обсягом виробленої енергії не існує, за винятком гідроелектростанцій, тому що

тільки малі гідроелектростанції можуть мати право на зелений тариф. Важливим моментом в процесі одержання ліцензії є питання земельної ділянки, на якому повинна бути розміщена електростанція, а також техніко-економічне обґрунтування проекту. Важливим нюансом також є підключення енергогенеруючої компанії до загальної мережі з метою доставки (продажу) електроенергії, виробленої «зеленим» способом. Ще на етапі планування станції необхідно продумати, яким чином ваша електроенергія буде подаватися в мережу. У більшості випадків виробник повинен своїми силами або за свій рахунок розробляти проект і тягнути лінію передачі до точки підключення мережі свого «Обленерго» або ж «Укренерго», попередньо отримавши в «Обленерго» техумови, де має бути чітко прописаний порядок та умови підключення, і підписавши відповідний договір при підключенні.

Одержання ліцензії необхідно лише тим компаніям, які планують продавати вироблену енергію. Якщо ж потужності встановлюються для забезпечення електроенергією виключно себе, то ліцензія не потрібна, проте приєднувати власні ВЕУ до енергосистеми не дозволяють.

Отже вітроенергетичне галузь в Україні тупцює на місці. Тому, на наш погляд, в Україні треба, крім потужної вітроенергетики, розвивати малу: для фермера, для домогосподарства, для дачі. Якщо держава не в змозі її розвивати, то, принаймні, хай не заважає [4]. Є інформація про «наїзди» податкової інспекції на таких власників.

Сучасні вітроенергетичні установки діляться на два класи: потужні, в сотні тисяч кіловат, називаються мережевими тому, що при безвітряній погоді забезпечення споживача енергією йде з мережі; і автономні, працюючі в парі з акумулятором. Як правило, потужність автономних вітряків не перевищує 5-10 кВт. Вони мають назву вітроелектричні установки малої потужності (ВЕУМП).

На цей унікальний клас вітряків звернув увагу німецький учений і практик Хайнц Шульц. Він і запровадив термін "Kleine Windkraftanlage", тобто "малі вітроенергетичні установки".

"Існує думка, - писав Х. Шульц, - що в областях із середньорічними швидкостями вітру менше 4 м/с використання енергії вітру не вигідне. Проте це твердження не поширюється на малі вітросилові установки для зарядки акумуляторів і багатолопатеві установки, що легко розганяються, для водопідйому. Заселення американських і австралійських внутрішніх територій, де більшість областей мають середньорічні швидкості вітру менше 2 м/с, було б без них неможливе".

ВЕУМП прості і дешеві в монтажі, експлуатації і ремонті, екологічні, не вимагають при роботі практично ніякого обслуговування, періодичного підстроювання і ін. Пара «вітро-двигун-генератор» сповна обходиться без редуктора, що ще більш спрощує і здешевлює конструкцію вітряків, підвищує її надійність.

Таким комплексним набором найважливіших властивостей не володіє жоден клас нетрадиційних енергетичних установок. Причому енергопостачання вони можуть забезпечити в регіонах із середньою швидкістю вітру всього 3-5 м/с. Фактично володар побутової ВЕУМП набуває майже цілковитої незалежності як від традиційних виробників енергії, так і від природних явищ.

П'ятилопатеве вітроколесо діаметром 3,3 м монтується на збірній щоглі з труб із сталевими розтяжками. Щогла вимагає фундаменту і спеціальних пристосувань для монтажу і демонтажу. Для захисту від сильних вітрів використовується генератор, встановлений несиметрично на поворотному підшипнику. Коли вітровий тиск посилюється, корпус генератора починає парусити, розвертаючи вітрове колесо в горизонтальній площині. Вітер вщухає - і пружина флюгера повертає колесо в колишнє положення. Вітряк має оригінальну флюгерну систему, яка постійно орієнтує вітроколесо на вітер і одночасно захищає пристрій від занадто великого вітрового тиску. Як любий звичайний вітряк, в горизонтальній площині флюгер під дією вітру здатний повертатися в обидві сторони на декілька обертів. Коли вітер припиняється, спеціальна пружина повертає його у початкове положення, не дозволяючи закручуватися кабелю, за допомогою якого здійснюється передача енергії. Крім того, генератор разом з вітровим колесом здатний повертатися і у вертикальній площині. Якщо вітер стає дуже сильний і загрожує пошкодити установку, колесо з генератором повертається докола гори-

зонтальної осі, оптимізуючи вітровий натиск, аж до кута 90 градусів, коли лопаті встають паралельно повітряному потоку.

Але як бути, якщо споживачеві потрібно більше електроенергії? Фермерів, підприємців - для забезпечення роботи обладнання тваринницького комплексу або майстерні, власників великого замиського будинку - для опалювання. Принципова відповідь є і на це питання [4].

Немає ніякої необхідності створювати нові потужні вітряки величезних розмірів. Перехід в енергетичну область середньої потужності досить просто здійснити шляхом створення енергетичних комплексів (ЕК), що складаються з декількох вітроустановок (до 5-10 одиниць). Підсумовування потужностей здійснюється на єдиному акумуляторі. Хоча такий комплекс не розмістити на шести дачних сотках, площу все ж таки він займе невелику. Номінальна потужність ЕК може бути доведена до 10-15 кВт, пікова потужність - до 20-25 кВт, вироблення - до 1800 кВт·год/міс., натомість вартість виготовлення знижується в 3-4 рази.

Подібний комплекс здатний цілком забезпечити енергією не те що велике фермерське господарство або замиський палац, але й невелике селище, куди ЛЕП не доходять. Правда, для повного спокою в нього рекомендується включити як резервні джерела - сонячні батареї, а також дизельну або бензинову міні-електростанцію: від примх погоди слід себе надійно захистити. Завдяки своїм справді унікальним експлуатаційним властивостям і технічним характеристикам малі вітряки (ВЕУМП) здатні не лише на забезпечення «інтелектуального побуту» сільського і дачного будинку. Їм практично немає альтернативи в рішенні задачі забезпечення енергією самих різних автономних станцій: навігаційних, радіорелейних, метеорологічних, обслуговуючих нафтогазопроводи і ін.

Мабуть, самим доказовим аргументом на користь малопотужних вітряків став досвід Китаю, який проголосив шестирічну програму електрифікації регіонів Маньчжурії, що не мають стаціонарних джерел електроенергії і енергоносіїв, за допомогою малих вітроелектроустановок (приблизно до 2 кВт), підключивши до їх виконання 60 НДІ і 100 заводів. Це завдання було виконане - випущено 10 мільйонів таких ВЕУ.

Висновок. Світова вітроенергетика продовжує розвиватися з темпом зростання більше 20%. Україна продовжує тупцювати на місці. І за темпами розвитку вітроенергетики потроху переміщається вниз. Для України необхідно розвивати, крім великої, малу вітроенергетику: для фермера, для домогосподарства, для дачі, і держава не повинна в цьому, принаймні, заважати.

Список використаних джерел

1. World Wind Energy Association [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wwindea.org/home/index.php>
2. World Wind Energy Report 2010. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.wwindea.org.
3. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року, №243.
4. Жарков В.Я. Від вітроенергетики комерційної до присадибної/ В.Я. Жарков // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ.– Харків, 2010.- Вип. 102. - С. 48-49.

УДК 621.384.3

ШЛЯХИ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Титаренко О. О.,
Костенко А. О.,
Сорочинська М. Ю., 5 курс;
Тищенко О. К., д.т.н.

Харківський національний університет сільського господарства ім. П.Василенка

Розглянуті основні шляхи енергозбереження в сільському господарстві, проведено їх аналіз та запропоновані де які методики до їх актуальності в сучасному сільському господарстві.

312

Постановка задачі. Людство дуже неекономно використовує майже всі види енергоресурсів [1]. Тільки в сільському господарстві споживання електроенергії подвоюється. Вогонь, вода, атом — ось три основні, три могутні стихії, з яких людина навчилася черпати необхідну для своїх потреб енергію. Боротьба за енергію, за її джерела, за відкриття нових способів її перетворення і використання йде безперервно й дедалі наростаючими темпами.

Нині приділяється велика увага питанням економного використання енергоресурсів через різке збільшення витрат на їх видобування і виробництво, а також високу вартість нафти та газу на світовому ринку [2].

Мета досліджень. Визначення шляхів енергозбереження у сільському господарстві .

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження вчених багатьох країн світу показують, що в сучасних умовах економія 1 т умовного палива вимагає, як правило, менших витрат, ніж приріст видобування еквівалентної його кількості [3].

Енергозберігаючий шлях розвитку економіки передбачає: значне зниження в розрахунку на одиницю продукції витрат палива, електроенергії і теплоти на кінцевій стадії їх споживання; докорінне вдосконалення видобутку, виробництва, перетворення, транспортування і зберігання енергоресурсів, що зумовлює підвищення коефіцієнту їх використання (ККВ); вдосконалення структури енергобалансу у напрямку заміщення в ньому дефіцитних і дорогих енергоресурсів дешевшими і доступнішими, а також нетрадиційними джерелами енергії.

Після Чорнобильської трагедії, проблеми розвитку енергетики надзвичайно загострилися, тому що ядерну енергетику перестали вважати єдиним надійним магістральним шляхом енергозабезпечення України. Альтернативними джерелами енергії можуть стати сонце, вітер, теплота Землі, але до останнього часу немає ефективних розробок для їх економічного широкомасштабного використання.

Одним з найбільших споживачів енергії у народному господарстві є сільськогосподарське виробництво. Так, агропромисловий комплекс України споживає 35 млн т умовного палива за рік, половина якого – у вигляді дефіцитного рідкого палива. Тому у найближчі роки необхідно поліпшити енергетичну базу сільськогосподарського виробництва, а насамперед – забезпечити теплотою та енергією житло та комунально-побутові потреби. Однак поки що ці завдання вирішуються без належного економічного обґрунтування.

Досвід передових зарубіжних країн в питаннях економії енергії важко запозичити, тому що енергетика і сільське господарство у нас розвивалися за іншими економічними схемами, внаслідок чого технологічний рівень сільськогосподарського виробництва значно нижчий від світового [4, 5].

Останнім часом прийнято ряд урядових постанов про економію паливно-енергетичних ресурсів та розвиток нетрадиційних джерел енергії. Однак через їх недостатню економічну обґрунтованість і недосконалу політику цін бажаних результатів не досягнуто.

Основні матеріали досліджень. Сільське господарство споживає 9 % загальної кількості електроенергії, з якої тваринництво і птахівництво – 50-55 %, рослинництво – 30-35 % (в тому числі зрощування – 15%, підсобні господарства підприємств – 12-15%). Питомі показники електроспоживання у сільськогосподарському виробництві становлять: на одного пра-

цівника – 4,8 тис. кВт·год/рік; 1000 га орних земель – 0,48; 1000 грн. продукції – 0,52; 1000 грн. виробничих фондів – 0,34 кВт·год/рік.

У побуті та сфері послуг на освітлення та силові процеси витрачається близько 80 % споживаної електроенергії, а 20 % йде на приготування їжі підприємствами громадського харчування.

Чіткою тенденцією у динаміці структурних показників енергоспоживання в аграрній промисловості більшості розвинутих країн є абсолютне і відносне зменшення прямого споживання нафтового палива і збільшення споживання ефективніших та екологічно чистих паливно-енергетично ресурсів електроенергії та природного газу.

Значне економії енергії у сільському господарстві можна досягти за рахунок:

- впровадження нових конструктивних рішень при проектуванні сільськогосподарської техніки та енергетичного обладнання, які передбачають зниження питомих метало - та енергомісткості;
- поліпшення структури машинотракторного парку, максимального підвищення частки дизельного транспорту, формування автопоїздів з використанням причепів та автопричепів;
- повного задоволення потреб сільського господарства типовими нафтохраними, пересувними заправочними станціями; поліпшення якісних показників палива, підвищення надійності енергопостачання;
- розвитку і поліпшення мережі автомобільних доріг у сільській місцевості;
- впровадження індустріальних технологій виробництва, безвідходних технологій і переробки сільськогосподарської продукції;
- інтенсифікації процесу фотосинтезу;
- використання у сільському господарстві побічних енергетичних ресурсів;
- використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії;
- посилення теплозахисних властивостей конструкцій промислових приміщень та житлових будинків.

У всіх випадках можливе використання кількох варіантів енергозберігаючих заходів.

Найраціональніший варіант енергозберігаючих заходів вибирають на основі розрахунку порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень з комплексним аналізом вартісних і натуральних показників. При виборі варіанту використовують варіантний, екстремальний метод різниці та узагальненої різниці. Найкраще користуватися останніми двома. При розрахунках за методом різниці визначають різницю зведених витрат тільки за тими показниками, за якими відрізняються варіанти, що дозволяє спростити розрахунки.

При розробці нових конструкцій агрегатів, схем безвідходної технології, як правило, відсутня техніко-економічна інформація. У цьому випадку для співставлення варіантів доцільно використовувати метод узагальненої різниці зведених витрат, при якому різниця відноситься до спеціально відібраного показника, який характерний для даного типу задач.

Техніко-економічне порівняння варіантів можливе тільки за умови їх подібності. Приведення включає в себе техніко-економічне обґрунтування, кількісний та якісний аналізи варіантів, забезпечення тотожності основних факторів. Останнє полягає у порівнянні варіантів забезпечення споживачів продукцією, використання різних енергоносіїв, визначення економічної ефективності створення енергоустановки.

Врахування тотожності соціальних умов проводиться за показниками умов і безпеки праці, рівнями механізації та автоматизації, захисту навколишнього середовища.

Для оцінки роботи по енергозбереженню можна визначати такі коефіцієнти:

Коефіцієнт економії

$$K_e = \Delta W / W$$

де ΔW – економія енергоресурсу;

W – витрата енергоресурсу;

2. Коефіцієнт можливої економії

$$K_m = \Delta W_{\Sigma} / W$$

де ΔW_{Σ} - сумарна можлива економія енергоресурсу;

Коефіцієнт реалізації можливої економії енергоресурсів

$$K_p = K_e / K_m ;$$

Коефіцієнт значності даного резерву економії

$$K_i = \Delta W_i / \sum \Delta W_i ,$$

де ΔW_i - економія енергоресурсу по даному направленню енергозбереження (і-му заходу).

Слід розрізняти повну, пряму та структурну економію як по сукупності продуктів (робіт), так і по окремих видах, сортах, марках цих продуктів.

Однаковим темпам економічного зростання можуть відповідати різні варіанти зниження енергомісткості, які різняться рівнем впровадження досягнень науки та техніки.

Перспективним напрямком енергозберігаючої політики є застосування так званої технічної біоенергетики – переробка відходів сільського господарства. Щорічно у сільському господарстві країни накопичується близько 360 млн. т відходів, з них 50 млн. т на великих тваринницьких комплексах і птахофермах. Анаеробна обробка цих відходів може дати 15-20 млн. т ум. п. у вигляді біогазу, до 30 млн. т екологічно чистих біодобрив, значну кількість очищеної стічної води.

Органічна біомаса має значний енергетичний потенціал, який економічно доцільно використовувати. Переробка гною від однієї корови за рік дає близько 500 м³ біогазу, що еквівалентно 350 л бензину. З 1 т свіжого гною великої рогатої худоби можна отримати 30-50 м³ біогазу, свиней – 50-80, соломи та трави – 30-60 м³.

Біотехнологія передбачає комплексну переробку та утилізацію відходів. Застосування анаеробного бродіння гною дозволяє з 37 кг азоту повернути у ґрунт у вигляді добрив 36 кг, а при звичайному бродінні – 12-15 кг.

Економічний ефект біотехнології (біоконверсії) складається з вартості додаткового врожаю, одержаного за рахунок підвищення врожайності і вивільнення додаткової кількості нафти та природного газу. За деякими експериментальними даними, внесення у ґрунт органічних залишків після анаеробної ферментації забезпечує додатковий приріст врожайності 12-15% на кожен тону сухої органічної речовини, а економічний ефект становить близько 55 грн./т.

Біоенергетика дозволяє організувати багаторазове використання хімічних добрив за рахунок того, що перший раз в ґрунт вносять повний набір добрив, а потім вони повертаються із сухою органічною речовиною.

Нині кількість біомаси, яка може бути перетворена в енергію становить 150 млрд. т, у тому числі деревина – 70, інші рослини – 30, водорості – 50 млрд. т.

Як вторинні енергетичні ресурси промисловості для потреб сільського господарства можуть бути використані теплові відходи промислових підприємств, теплоелектроцентралей, газокompресорних станцій, газопроводів. Обігрівання 1 га теплиць цими джерелами теплоти залежно від природної зони дає економію 1500-4000 т ум. п. на рік.

Застосування теплових відходів та геотермальних вод для теплопостачання тепличних комбінатів зменшує капітальні вкладення на 47 %, експлуатаційні – 70 %, знижує собівартість продукції на 5-20 %, витрату палива – у 3-10 разів порівняно з існуючою технологією виробництва овочів у звичайних теплицях.

Розвиток вітроенергетики очікується у двох напрямках:

- автономної – для споживачів з великими витратами на транспортування органічного палива;
- системної – для паралельної роботи з енергосистемою. Застосування вітроенергетичних установок з резервуванням або акумулюванням енергії дозволяє використовувати їх для електро-, теплопостачання, подачі води на пасовищах і присадибні ділянки, опріснювання високо мінералізованої води, аерації водоймищ.

Перспективним вважається використання вітроенергетичних установок, зблокованих з електротеплоакумуляційною системою опалювання, для обігрівання будинків площею 100-130 м². Така система заряджається 7-10 год. на добу від цих установок, а розряджається – 17-14 год., підтримуючи температуру у приміщенні 20-25°C.

Останнім часом переведено на прогресивне паливо – природний газ більшість котлоагрегатів, замінено застарілі неекономічні парові та водонагрівні котли високого тиску. Проводиться робота по використанню електроенергії замість моторного палива та світлих нафтопродуктів в котельних, які працюють в нічні години з акумулюванням тепла. Введено в експлуатацію 14,5 га теплиць, які обігріваються вторинним теплом газокompресорних станцій. Розпочато впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. Впровадження на цукрових заводах системи інтенсивного згорання топкового мазуту, використання вторинного пару низького потенціалу, автоматизації технологічних процесів дає щорічно по галузі понад 20 тис. т умовного палива. Ведеться робота по забезпеченню постійної технічної готовності машинотракторних парків.

На перспективу до всіх агропромислових формувань доведені питомі норми витрат, теплової та електричної енергії на основні види продукції (близько 80 % від загального його обсягу).

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено основні шляхи економії енергії у сільському господарстві, впровадження нових конструктивних рішень при проектуванні енергетичного обладнання, впровадження індустріальних технологій виробництва, використання у сільському господарстві побічних енергоресурсів, посилення теплозахисних властивостей конструкцій промислових та житлових будівель та ін.

Список використаних джерел.

1. Давыдова Л. Г. Энергетика: Пути развития и перспективы / Л. Г. Давыдова, А.А. Буряк. – М.: Наука, 1981. – 121 с.
2. Економне використання енергоресурсів у сільськогосподарському виробництві / В.Г.Бибко, С.Я. Меженний, В.Г. Стафійчук, В.Ф. Юрчук. – К.: Урожай, 1991. – 144 с.
3. Ковалко М. П., народний депутат України, фракція НДП. – Доповідь: «Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України», Київ – 2000 р.
4. Оптимистический взгляд на будущее энергетики мира / Под. ред.. Р. Кларка. – Москва, 1984. – 213 с.
5. Хоменко І. В. Перспективи електрифікації сільського господарства та її економічний ефект / І.В. Хоменко, І.Й. Дорош. – К.: Урожай, 1966. – 61 с.



