

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Матеріали  
ВСЕУКРАНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
МАГІСТРАНТІВ І СТУДЕНТІВ  
За підсумками наукових досліджень  
2017 року**

**Секція  
ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ І ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ**

**Секція  
ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА В.В. ОВЧАРОВА**

**Секція  
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА І АВТОМАТИЗАЦІЯ**

Мелітополь  
2018

## ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

12.04.2018 р., ауд. 1.127, 14 00 год.

1. Вступне слово ректора ТДАТУ

д.т.н., проф., чл.-кор. НААН України Кюрчев В.М.

2. Про підсумки роботи науково-технічної конференції магістрантів і студентів

д.т.н., проф., чл.-кор. НААН України Надикто В.Т.

3. Доповіді студентів.

### Секція «ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ І ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ»

Голова: д.т.н., проф. Назаренко І.П.

Секретар: к.т.н., доц. Борохов І.В.

04.04.2018 р. ауд.2.115, 14 00 год.

### Секція «ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА ІМЕНІ ПРОФЕСОРА В.В. ОВЧАРОВА»

Голова: к.т.н., доц. Постнікова М.В.

Секретар: Халіман Л.Г., 11 МБ ЕЕ

04.04.2018 р. ауд. 5.103, 15 30 год.

### Секція «ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА І АВТОМАТИЗАЦІЯ»

Голова: к.т.н., доц. Кашкарьов А.О.

Секретар: Бурцева С.О., 31 ЕН

04.04.2018 р., ауд. 1.314, 13 45 год.

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	3
АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ДЛЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ .....	5
Трегубов В.А., Стручаєв М.І.	
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РОБОТІ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	6
Чернецький В.А., Стребков О.А.	
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ РЕЖИМІВ РОБОТИ Й ЗАХИСТУ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ .....	7
Щербінін О.Є., Стребков О.А.	
АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПОСТІЙНОГО ТА ЗМІННОГО СТРУМУ .....	8
Тіщенко В., Ковальов О.В.	
БЛОК КЕРУВАННЯ ОДНОФАЗНИМ КОЛЕКТОРНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ЗМІННОГО СТРУМУ .....	9
Сердюк В.В., Курашкін С.Ф.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО РОЗРЯДУ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ .....	10
Дудіна М.П., Гулевський В.Б.	
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ КАСТОРОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ .....	11
Левченко Д.В., Назаренко І.П.	
ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ГОСПОДАРСТВІ .....	12
Мамонтов Р.В., Вороновський І.Б.	
ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК .....	13
Ігнатенко О.В., Вороновський І.Б.	
ЗБІЛЬШЕННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИСТРОЇВ .....	14
Константинов А.В., Стьопін Ю.О.	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ І ГУСТИНИ БІОПАЛЬНОГО ОБРОБЛЕНОГО В ГОМОГЕНІЗАТОРІ .....	16
Струков В., Риженко О., Сало І., Кушлик Р.В.	
КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА .....	17
Матєв А.А., Попова І.О.	
МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛІВ .....	18
Накалюжний Д.А., Гомонець О.П.	

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА МЕТОДОМ АНАЛІЗУ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРА ...	19
Мамонтов Р.В., Попрядухін В.С.	
МОДЕЛЮВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ДО ТЕПЛИЦІ ЗАСОБАМИ SIMULINK .....	21
Мараховський В.Б., Речина О.М.	
ПЕРІОДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ .....	22
Трегубов В.А., Вовк О.Ю.	
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ .....	23
Тараненко Є.В., Вороновський І.Б.	
ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ СТЕНДОМ ДІАГНОСТУВАННЯ ФОРСУНОК ДВЗ .....	24
Бакута А.В., Гомонець О.П.	
ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНООЧИСНИХ АГРЕГАТИВ В АПК .....	25
Бобирь А.М., Постнікова М.В.	
ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ .....	26
Єфимчук О.А., Вороновський І.Б.	
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПРИВОДУ МОТОБЛОКУ .....	27
Федькін В., Ковальов О.В.	
РОЗРОБКА ТЕМПЕРАТУРНО-СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ІНДУКЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА .....	29
Мінкін О.В., Понятих М.О., Попова І.О.	
РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ.....	30
Шарапов О.С., Халаман Л.Г., Нестерчук Д.М.	
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДРОБАРКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ .....	31
Федькін В.А., Квітка С.О.	
Показчик авторів .....	32

УДК 621.311

## АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ ДЛЯ ТЕРМОМОДЕРНІЗАЦІЇ БУДІВЕЛЬ

**Трегубов В.А.**

**Стручаєв М.І. к.т.н., доц.**

*ТДАТУ, м.Мелітополь, Україна*

Постановка задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій.

Сучасна будівля повинна забезпечити людині комфортне існування при мінімальних витратах матеріальних і енергетичних ресурсів. Складність вирішення цієї проблеми полягає в тому, що чим більші капітальні витрати (на будівельні і ізоляційні матеріали), тим менші втрати теплоти через огорожувальні конструкції, тим менші витрати на опалення.

Мета. Розробка алгоритму розрахунку теплової ізоляції для термомодернізації будівель.

Основні матеріали. Часто виникає потреба утеплити будівлю або її окремі конструкції (стіни, вікна, двері і т.п.).

Приведемо алгоритм розрахунків:

Розраховується опір теплопередачі кожної термічно однорідної непрозорої конструкції;

Згідно таблиці обирається опір теплопередачі прозорих конструкції (вікон, балконів і т.ін.);

Розраховуються втрати тепла через кожну огорожувальну конструкцію;

Знаходяться сумарні втрати тепла через усі огорожувальні конструкції і проводиться їх аналіз;

Знаходяться найбільш «слабкі» місця, які потребують утеплення;

Вибирається метод утеплення (заміна вікон, дверей, утеплення стін теплоізоляційними матеріалами);

Вибираються теплоізоляційні матеріали і розраховуються їх товщини, які забезпечують мінімально допустимі значення опору теплопередачі.

Висновки. В роботі запропоновано алгоритм розрахунку теплової ізоляції для термомодернізації будинків.

УДК 621.313-57

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ РОБОТІ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

**Чернецький В.А., 13 СЕЕ**

**Стребков О.А. асистент sashko@yandex.ru**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Для підвищення ефективності роботи електроприводу необхідно забезпечити його завантаження на оптимальному рівні, збільшувати коефіцієнт потужності, регулювати напругу і де можливо – частоту струму. Реалізація цих заходів забезпечується застосуванням спеціального обладнання, яке дозволяє підвищити ККД електродвигуна. Однак не у всіх випадках можливо або необхідно реалізувати їх усі. Тому аналіз сучасних засобів енергозбереження при роботі асинхронних електродвигунів є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження. Зазначені вище пристрої поділяються на частотні перетворювачі, які змінюють швидкість обертання двигуна шляхом зміни частоти живлячої напруги, а також пристрої плавного пуску, які обмежують швидкість зростання пускового струму і його максимальне значення.

Одним з найбільш діючих засобів підвищення ефективності роботи електродвигуна є частотний перетворювач, який трансформує однофазну або трифазну напругу з частотою 50 Гц в напругу з необхідною частотою (від 1 Гц до 300-400 Гц) і амплітудою.

Більш досконалими є пристрої з векторним керуванням, які регулюють не тільки частоту і амплітуду вихідної напруги, але і фази струму, який протікає через обмотки статора.

Для забезпечення плавного пуску, розгону і зупинки електродвигуна використовуються пристрої плавного пуску. Ці пристрої обмежують швидкість збільшення пускового струму протягом певного часу.

Традиційні пристрої плавного пуску не вирішують задачу підвищення ККД. Крім того, вони можуть використовуватись тільки для керування приводами з невеликим завантаженням. Однак, на сьогодні існують різновиди пристроїв плавного пуску, які дозволяють підвищити енергоефективність двигунів шляхом узгодження обертового моменту з моментом навантаження і, як наслідок, зниження споживання електроенергії на мінімальних навантаженнях на 30-40% це контролери-оптимізатори. Останні призначені для приводів, які не потребують зміни частоти обертів двигуна.

Висновок. Висока вартість частотних перетворювачів і неможливість використання контролерів-оптимізаторів у випадках коли необхідно змінювати швидкість обертання електродвигуна, викликають необхідність розробки пристрою енергозбереження при роботі асинхронного електродвигуна при його змінному завантаженні.

УДК 621.313-57

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

Щербінін О.Є., 13 СЕЕ

Стребков О.А. асистент [sashko@yandex.ru](mailto:sashko@yandex.ru)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Перевантаження є найбільш поширеним аномальним режимом електродвигунів. Воно проявляється в збільшенні струму, який споживає електродвигун, і тепловою дією. Будь-яке відхилення від експлуатаційних меж, які задає клас ізоляції приводить до зниження строку служби електродвигуна через підвищений розхід ресурсу його ізоляційної конструкції.

Однак слід зазначити, що перевантаження, які приводять до перегріву, не будуть створювати негайного негативного впливу, якщо вони будуть короткочасними і рідкими. Вони необов'язково приводять до зупинки електродвигуна, але необхідно швидко відтворити нормальні умови. Тому аналіз сучасних засобів контролю режимів роботи і захисту електродвигунів є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження. Аналіз методів і засобів діагностування режимів роботи асинхронних електродвигунів показує, що за параметри діагностування приймають силу струму (максимального, прямої, зворотної, нульової послідовностей), кількість тепла, що виділяється в результаті теплової дії струму; діюче значення напруги (прямої, нульової і зворотної послідовності), температуру (обмоток статора, сталі статора й корпусу).

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

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

Крім того, при аварійних пусках пристрої захисту асинхронних електродвигунів працюють, як правило, на відключення, що приводить до переривання технологічного процесу й, як наслідок, до технологічного збитку. Тому виникає необхідність розробки пристроїв полегшення аварійних пускових режимів асинхронних електродвигунів.

## АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ЕКОНОМІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ ПОСТІЙНОГО ТА ЗМІННОГО СТРУМУ

Тіщенко В., 1М курс

Ковальов О.В., старший викладач [alekstdaty1979@gmail.com](mailto:alekstdaty1979@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. В наш час особливого значення набувають питання розробки та широкого впровадження ефективних методів і способів керування засобами електропривода, оскільки з однієї сторони гостро постала проблема економії електроенергії, а з іншого боку - з'явилася реальна можливість її ефективного використання стосовно головного її споживача – електропривода.

Основні матеріали дослідження. Основними шляхами вирішення питання економії електроенергії в електроприводах постійного та змінного струму є:

- удосконалення процедури вибору двигуна для конкретної технологічної установки з метою дотримання номінального теплового режиму двигуна при експлуатації;
- підвищення економічності масового нерегульованого електропривода – перехід на енергозберігаючі двигуни і двигуни покращеної конструкції, спеціально призначені для роботи з регульованим електроприводом;
- економія електроенергії робочими установками і механізмами за рахунок підвищення ефективності виконання технологічного процесу.
- вибір раціонального типу електропривода для конкретної технологічної установки і переході від нерегульованого електропривода до регульованого;
- усуненні проміжних передач.

Висновок. Істотне зниження енергоспоживання за рахунок широкого застосування регульованого електропривода в даний час важко реалізувати через обмежені можливості капіталовкладень з метою реконструкції електроприводів. Необхідно використовувати раціональний підхід, що поєднує можливості регульованого і нерегульованого, наприклад, керованого по пуску, що забезпечує ефект досить близький до найдосконаліших приводів.

### Список літератури

1. Закладний О.М. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник / О.М. Закладний, А.В. Праховник, О.І. Соловей. – К: Кондор, 2005. – 408 с.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с



## БЛОК КЕРУВАННЯ ОДНОФАЗНИМ КОЛЕКТОРНИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ЗМІННОГО СТРУМУ

**Сердюк В.В., студент, курс 1СЕЕ**

**Курашкін С.Ф., к.т.н., доцент e-mail: stones@ukr.net**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Для роботи різних механізмів в галузях промисловості, аграрного комплексу, побутової техніки і засобів малої механізації у якості електроприводу при живленні від однофазної мережі використовуються асинхронні однофазні або трифазні електродвигуни з фазозсувними конденсаторами, що обмежує їх застосування і знижує к.к.д. двигуна до 40-50%, також є складнощі при регулюванні частоти обертів. Застосування колекторних електродвигунів замість асинхронних вирішує більшість проблем. Керування їх роботою і регулювання частоти обертів покладається на симісторний блок керування.

Основні матеріали дослідження.

У запропонованому блоці керування колекторного електродвигуна (рис. 1) застосовується фазовий метод керування за допомогою інтегрального контролера U211B.

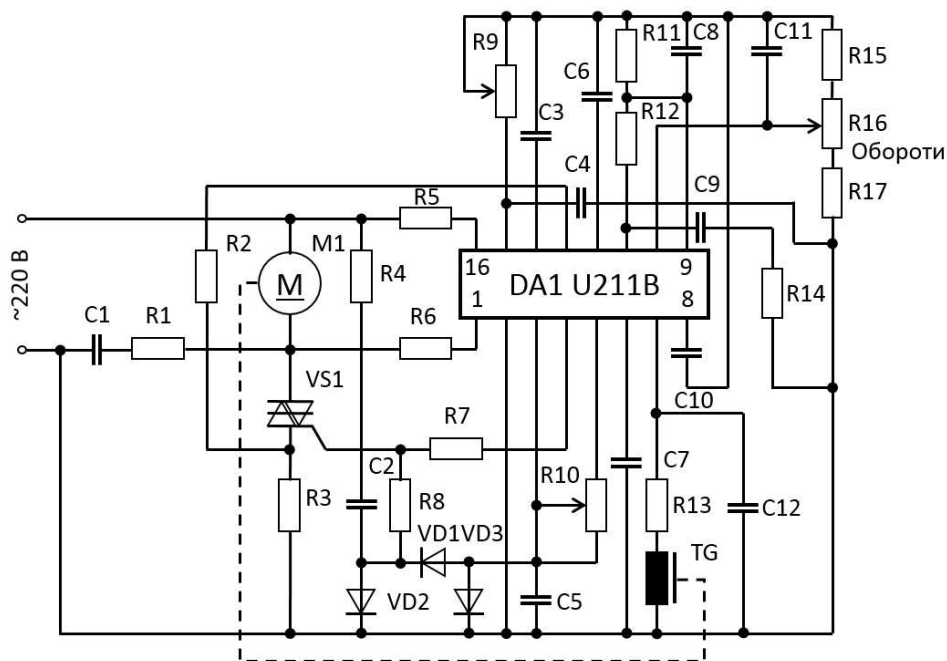


Рис. 1. Принципова електрична схема блоку керування

Висновки. Блок керування забезпечує плавний пуск і широкий діапазон регулювання частоти обертів двигуна, оберти підтримуються має обмеження струму навантаження і пряме живлення від джерела змінного струму.

УДК 631.547.03

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВИСОКОВОЛЬТНОГО РОЗРЯДУ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

Дудіна М.П., М1 курс

Гулевський В.Б., к.т.н., доцент [v\\_gul@meta.ua](mailto:v_gul@meta.ua)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Підвищення врожайності сільськогосподарських культур та виробництво достатньої кількості екологічно чистої продукції є актуальним питанням як в Україні, так і в усьому світі. Все більше уваги приділяється фізичним методам обробки, зокрема, до перспективних засобів впливу на насіння сільськогосподарських культур належить дія електричного поля високої напруги.

Основні матеріали дослідження. Одним із таких перспективних та ефективних напрямів застосування високоінтенсивних фізичних чинників, що генеруються електрофізичними методами, є використання електричного поля високої напруги, під дією якого у повітряних включеннях насінневої маси відбуваються часткові розряди, що супроводжуються іонізаційними процесами. Це зумовлюється не тільки фізичною суттю обробки, але і можливістю безпосередньої дії електричного поля на біологічний об'єкт, що значно спрощує завдання створення технологічного обладнання, вибір параметрів обробки та сприяє зменшенню втрат продукції при тривалому зберіганні.

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

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

Проведені дослідження показали, що обробка дією електричного поля високої напруги на насіння позитивно впливає на схожість і ріст рослин. Зокрема рання схожість насіння, що є основним критерієм оцінки якості посівного матеріалу, у свою чергу, призводить до зменшення часу вегетації рослин, а стимуляція обмінних процесів дозволяє одержувати добре розвинені рослини, що в підсумку збільшує врожай та допомагає одержати його в скорочені строки.

Висновок. Попередня обробка необхідна для зміни структури біомаси і її хімічного складу. У дослідженнях на зернових, овочевих, кормових культурах було виявлено, що короткочасний вплив високовольтного коронного розряду призводить до прискорення проростання насіння як в лабораторних, так і в польових умовах. Застосовуючи електромагнітний вплив різної частоти, можна отримати прибавку врожаю на 10-12%, знищити насінневу інфекцію, збільшити енергію проростання і схожість насіння, підвищити опірність рослин до грибних і бактеріальних захворювань.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОЧИЩЕННЯ КАСТОРОВОЇ ОЛІЇ В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

**Левченко Д.В.**

**Назаренко І.П. д.т.н., професор**

*ТДАТУ, м. Мелітополь, Україна*

Постанова задачі, аналіз останніх досліджень та публікацій. Технологія виробництва касторової олії передбачає пресування рицини та очищення отриманої олії від домішок. Наявність цих домішок не бажано, зокрема, для використання його в медицині, косметології та електротехнічних виробках.

Мета досліджень. Розробити більш ефективний спосіб очищення касторової олії.

Основні матеріали досліджень. Методика проведення експериментальних досліджень полягала у наступному. В ємність заливалась касторова олія і поміщались два електроди. Електроди були виготовлені з мідного проводу, пластини з алюмінію і сталі. Найкраще себе проявив мідний провід. На них подавалась постійна або змінна напруга до 7кВ. Під час всіх дослідів масло нагрівалося до 100°C для зменшення його в'язкості. Ефект очищення починався з температури 70°C. В олію додавали воду для гідратації фосфоліпідів. Використовували олію з вмістом води: 0,5; 1; 2; 4; 8 %. Дослід з 0,5% вмістом води показав, що після нагріву та подачі напруги на електроди, домішки, які були присутні в олії поляризувались і рухались до електродів утворюючи між ними «містки». Дослід з вмістом вологи 1% показав, що після подачі напруги з'являються бульбашки пару і проходив процес схожий на «кипіння». При цьому домішки виносились на поверхню утворюючи темну пінку. При використанні олії з 2; 4; 8 % вмісту вологи ефект «кипіння» посилюється. Процес закінчується коли зупиняється утворення бульбашок.

Висновок. Експериментальні досліді показали ефективність запропонованого методу очистки касторової олії. При цьому ступінь очищення склав 90%.

## ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ГОСПОДАРСТВІ

**Мамонтов Р.В.** студент 22 СЕЕ

**Вороновський І.Б.,** к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет,*

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

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

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

Основні матеріали досліджень. За принципом роботи сонячна батарея являє собою фотоелектричний генератор постійного струму, який використовує ефект перетворення променевої енергії в електричну. Точніше, у сонячних батареях використана ця властивість напівпровідників на основі кристалів кремнію. Щоб система із сонячних батарей працювала й подавала енергію в мережу, потрібно встановити ряд додаткових електроприладів (інвертор, АКБ, контролер).

При площі сонячної батареї приблизно 0,2м<sup>2</sup> потужність модуля становить приблизно 10Вт. Напруга при максимальному навантаженні – близько 25В. Струм короткого замикання становить близько 500мкА. Вага такого модуля близько 2кг. Приблизний ККД - 14...18%. Термін служби пластини - 25 років.

Недоліків у сонячних батареях, як джерела енергії не так вже і багато, але вони, на жаль, досить переконливі й конкретні: висока вартість і, як наслідок, тривалий строк окупності; залежність від погодних умов.

Висновки. Так як запаси вуглеводнів у землі обмежені, це спонукає нас шукати нові шляхи вирішення проблеми енергетичного забезпечення. Розширення масштабів застосування сонячних установок не лише дає значну економію енергоресурсів, але і дозволить пом'якшити екологічну ситуацію.

## ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

**Ігнатенко О.В.** студент 22 сЕЕ

**Вороновський І.Б.,** к.т.н., доц.

*Таврійський державний агротехнологічний університет,*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій. В умовах загострення дефіциту і зростання цін на енергоносії пошук нових ефективних енергозберігаючих технологій для отримання теплоти і використання нетрадиційних відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) актуальний практично для всіх галузей економіки. Особливо гостро проблема позначилася в тепlopостачанні об'єктів ЖКГ, де витрати палива на виробництво теплоти, перевершують в 1,7 рази витрати на електропостачання.

Мета дослідження. Провести аналіз застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти.

Основні матеріали досліджень. Тепловий насос являє собою установку, що перетворює низькопотенційну поновлювану енергію природних джерел теплоти і низькотемпературних енергетичних ресурсів в енергію більш високого потенціалу, придатну для використання.

Аналіз ситуації в цілому і в ЖКГ зокрема показує, що є колосальні невикористані потенційні можливості заощадження дорогого органічного палива і зниження забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння і технологічними скидами при впровадженні теплонасосних установок різного функціонального призначення.

Теплонасосна технологія перетворення низькопотенційної природної енергії або теплоти вторинних низькотемпературних енергоресурсів в високопотенційний теплову енергію, придатну для практичного використання, являє собою не чергову модернізацію традиційних енергоджерел, а впровадження нового, прогресивного, високоефективного і екологічно чистого способу отримання теплоти. При цьому ТНУ багатofункціональні (одночасно виробляють теплоту і холод), мобільні, відносно прості у виготовленні і в експлуатації та автоматизації.

Висновки. Для вирішення проблем енергозбереження ТНУ є найбільш перспективними серед джерел «нетрадиційної енергетики» завдяки можливості «черпати» поновлювану енергію з навколишнього середовища без екологічного впливу на навколишнє середовище.

## **ЗБІЛЬШЕННЯ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРИБОРІВ**

**Константинов А.В., 4 курс**

**Стьопін Ю.О., к.т.н., доцент**

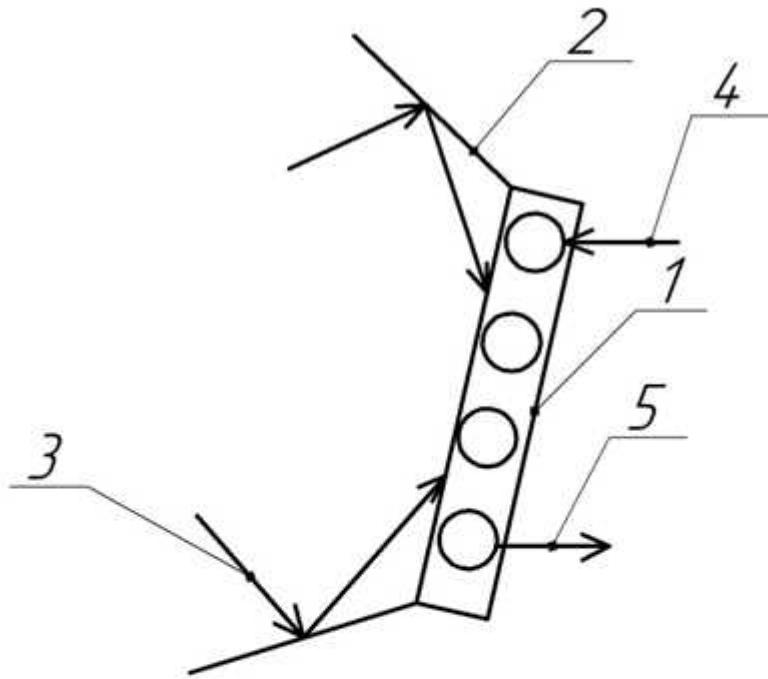
*Таврійський державний агротехнологічний університет*

В Україні промислове виробництво фотомодулів та сонячних електростанцій збільшилось за останні три роки у чотири рази. Українськими підприємствами здійснюється технічна допомога у реалізації проектів розвитку сонячної енергетики багатьох країн світу.

Близько 50% світового ринку фотоелементів монтується у пристроях, які не з'єднані з електричною мережею. Наприклад: аварійні телефони, телекомунікаційні станції, водяні насоси та ін. Єдиною альтернативою енергопостачання для таких пристроїв є дорогі системи з дизельними генераторами. 20% встановленої потужності знайшли своє застосування у пристроях загального вжитку, таких як годинники, калькулятори тощо. Нинішнє раптове зростання виробництва ФЕС пов'язане з початком більш активного їх застосуваннями для живлення електро- енергією будинків (близько 30%). Фотоелектричні системи мають величезний потенціал для живлення об'єктів

В останні роки в усьому світі спостерігається прискорений розвиток у галузі використання прямого перетворення сонячної енергії в електричну за допомогою фотоперетворювачів. Щорічний приріст у Європі складає 25%. К.к.д. фотоперетворювачів на монокристалах кремнію в масовому виробництві складає 12 – 14%. Спроби вчених підвищити к.к.д. фотоперетворювачів в основному полягають у тому, щоб максимально використати потік сонячної енергії, що припадає на поверхню фотоелектричної панелі.

Нами запропоновано метод збільшення к.к.д. фотоелектричної панелі, який полягає у встановленні відбиваючої поверхні (наприклад, алюмінієва фольга, оцинкована сталь, дзеркало та ін.), яка встановлюється від певним кутом до фотоелектричної панелі. Кут встановлення відбиваючої поверхні визначається дослідним шляхом. За допомогою вимірювальних пристроїв (вольтметра та амперметра) визначається кут, при якому максимальна кількість сонячної енергії відбивається від додаткової поверхні прийому сонячних променів та потрапляє на фотоелектричну панель. Досліди показали, що за рахунок збільшення загальної поверхні фотоелектричного пристрою потужність установки може збільшуватися на 50%. Схема такого пристрою реалізована у заявці щодо отримання патенту на корисну модель фотоелектричного пристрою, який передбачає встановлення відбиваючих сонячні промені поверхонь, а також системи відводу тепла з поверхні фотоелектричної панелі. Такий пристрій дозволяє не тільки збільшувати потужність та к.к.д. фотоелектричної панелі, а ї отримати низькопотенційне джерело теплової енергії, яке необхідно мати для усунення небажаного перегріву фотоелектричної панелі.



- 1 – фотоелектричний пристрій
- 2 – відбиваюча поверхня
- 3 – сонячні промені
- 4 – холодний теплоносій
- 5 – гарячий теплоносій

*Концентраційний фотоелектричний пристрій*

УДК 662.756.3

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ І ГУСТИНИ БІОПАЛЬНОГО ОБРОБЛЕНОГО В ГОМОГЕНІЗАТОРІ**

**Струков В. 2 курс**

**Риженко О. 2 курс**

**Сало І. 2 курс**

**к.т.н., доц. Кушлик Р.В.      e-mail kushlykroman@mail.ru**

*ТДАТУ*

Постановка проблеми. Економіка України істотно залежить від імпорту енергоресурсів, тому розробка нових сучасних технологій і обладнання для одержання відновлювальних джерел енергії є дуже актуальним завданням.

Проведений аналіз різних видів альтернативних палив показав, що для України найбільш перспективним є застосування сумішевого пального, яке складається із метилового ефіру рослинної олії і дизельного пального. Виготовлення сумішевого біопального потребує змішування його компонентів. Від вибору відповідного обладнання або пристроїв для зазначеної стадії процесу, по суті, залежить ефективність використовуваної технології.

Основні матеріали дослідження. Перед нами була поставлена задача проаналізувати зміну в'язкості і густини сумішевих біопалив в залежності від часу зберігання після їх обробки в гомогенізаторі.

Для дослідження були вибрані наступні види дослідних палив: товарне мінеральне дизельне паливо Л-0,2-62, метил ефір соняшникової олії (МЕСО) і дизельне сумішеве пальне, яке складалось із суміші мінерального дизельного пального і МЕСО в процентному відношенні 90% ДП+10% МЕСО, 80% ДП+20% МЕСО, 70% ДП+30% МЕСО, 60% ДП+40% МЕСО, 50% ДП+50% МЕСО не оброблених і оброблених в гомогенізаторі MPW-302. Максимальна швидкість обертання вала гомогенізатора складала 9000 об/хв.

Методика механічної обробки сумішевого пального полягала в наступному: в ємність гомогенізатора заливалась одна із приготовлених проб біопального і почергово виставлялась тривалість механічної обробки 5, 10, 15 хвилин. Після чого проводились вимірювання в'язкості і густини біопального за допомогою віскозиметра і ареометра. Були отримані залежності в'язкості від часу спостереження, залежність кінцевої в'язкості від концентрації МЕСО в дизельному пальному і залежності густини від концентрації МЕСО.

Висновок. Після обробки сумішей в гомогенізаторі на протязі 5, 10 і 15 хвилин кінцеве значення в'язкості і густини після 10 діб спостереження не змінилось по відношенню до необробленого біопального. Залежності кінцевої в'язкості від концентрації МЕСО після обробки сумішевого біопального на протязі 5, 10 і 15 хвилин мають лінійний характер, в'язкість біопального збільшується, причому збільшення часу обробки сумішевого пального не впливає на зміну кінцевої в'язкості.



## КОМБІНОВАНИЙ ЗАХИСНИЙ ПРИСТРІЙ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

**Матєв А.А., 21СЕЕ**

**Попова І.О., к.т.н., доцент e-mail: irirnapopova54@gmail.com**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Питання підвищення надійності і довготривалої роботи асинхронного електродвигуна, як найбільш відповідальної ділянки в комплексі технологічного обладнання, є актуальним. Тому розробка сучасних, недорогих електронних пристроїв захисту є актуальною задачею.

Основні матеріали дослідження.

Пристрої захисту від аварійних режимів можна розділити на декілька видів: теплові, струмозалежні, термочутливі, комбіновані та інші. Кожний з цих видів захисту мають недоліки. Тому доцільно розробити комбінований захисний пристрій, яким будуть контролюватися два діагностичні параметри: сила струму в обмотках статора і температура ізоляції обмоток статора. Така схема пристрою нами розроблена.

В пристрої в якості первинного вимірювального перетворювача фазного струму у напругу використаний датчик Холла (~/-), це три мікросхеми, які вимірюють змінний фазний струм і перетворюють сигнал на виході мікросхеми у постійну напругу, пропорційну фазному струму. Сигнал з них подається на операційні підсилювачі на неінвертовані входи, на інвертовані входи яких подається опорна напруга від стабілізованого джерела живлення. В разі перевищення фазного струму граничного значення на неінвертованому вході операційного підсилювача з'являється сигнал, а на його виході сигнал високого рівня, який передається на логічний елемент «АБО», на виході якого з'являється напруга, транзистори відкриваються, спрацьовує світлова індикація «Аварійний режим», звукова сигналізація і подається сигнал на котушку реле, контакт якого розмикається в колі котушки живлення магнітного пускача, силові контакти якого знеструмлюють електродвигун. В якості первинних перетворювачів температури застосовані три послідовно з'єднані позистори. При тривалому перевантаженні або порушенні теплообміну електродвигуна збільшується температура позистора, через що підвищується напруга на ньому. При досягненні на інвертованому вході операційного підсилювача напруги спрацювання тригера Шмідта, транзистор відкривається на виході логічних елементів «НІ» і «АБО» з'являється логічна «1», транзистори відкриваються, що також приводить до включення світлової і звукової сигналізації і відключення електродвигуна.

Висновки. Комбінований захисний пристрій дозволяє захищати електродвигун від значних або тривалих струмових перевантажень, що підвищить експлуатаційну надійність електродвигуна і збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

УДК 621.3

## МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ГЕНЕРАТОР СИГНАЛІВ

Накалюжний Д.А., 13сЕЕ

Гомонець О.П., асистент [arg21011@yahoo.com](mailto:arg21011@yahoo.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Визначення відповідності заявленим параметрам електронних пристроїв систем автоматизації та пошук несправностей у їх ланках потребує використання джерел сигналів різної форми. При цьому бажано, щоб генератор сигналів був досить універсальним та компактним.

Основні матеріали дослідження. Для реалізації багатофункціонального мікропроцесорного генератора застосовано метод прямого цифрового синтезу частоти (DDS), який набув широкого розповсюдження для побудови генераторів сигналів довільної форми. Пристрій дозволяє отримувати наступні форми сигналів: синусоїда, пилка, зворотня пилка, меандр, трикутник, широтно-імпульсно модульований сигнал з різною частотою та коефіцієнтом заповнення, сигнал довільної форми з регулюванням часу наростання, спаду та тривалості, шум.

Вся цифрова частина реалізована в мікроконтролері Atmega8A, що працює на частоті 16МГц. До мікроконтролера підключений резистивний R2R цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП), що видає аналоговий сигнал. З виходу ЦАП сигнал надходить на буферний підсилювач на операційному підсилювачі (ОП). Після чого проходить через активний низькочастотний фільтр (НФ) 2 - го порядку, зібраний за схемою Баттерворта із частотою зрізу 300КГц. Зі збільшенням частоти зменшується кількість вибірок і форма сигналу спрощується, з'являються сходи. Тому максимальна частота обмежена 111.1кГц, при якій досить чітко зберігається форма сигналу. Також для зменшення сходів використовується НФ. Сигнали в режимах широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) і меандр(висока частота) генеруються таймером-лічильником мікроконтролера, шляхом поділу тактової частоти. У режимі меандр - програмним методом DDS.

Алгоритм генерації меандру методом DDS принципово особливо не відрізняється. Рівень на виводі порту мікроконтролера просто інвертується після переповнення акумулятора фази. Для економії портів вводу/виводу дисплей підключений за схемою тільки на запис, що дозволило до них підключити кнопки керування. Заміна читання табличних значень із послідовної пам'яті на буфер в оперативній пам'яті, дозволила збільшити частоту дискретизації з 1.6 до 1.78МГц.

Висновок. Від аналогічних пристроїв зібраних на основі AVR контролерів, запропонована конструкція відрізняється широким вибором генерованих сигналів, більш доступними й дешевими компонентами та однополярним живленням, при цьому не поступаючись заявленими параметрами.

УДК 621.316.9

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНА МЕТОДОМ АНАЛІЗУ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРА

Мамонтов Р.В., 2с курс e-mail: [romanmamontov8@gmail.com](mailto:romanmamontov8@gmail.com)

Попрядухін В.С., к.т.н., ст. викладач

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

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

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

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

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

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

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

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

Наприклад, визначення технічного стану (діагностики) електродвигуна, при якому реєструють і аналізують сигнал, що породжується вібрацією електродвигуна, при цьому також реєструють сигнал від змінної складової суми фазних струмів живлення, аналізують форму і амплітуду отриманого сигналу і, по-

рівнюючи зі значеннями попередніх вимірювань, роблять висновок про можливість подальшої експлуатації.

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

Відомий також спосіб діагностики електродвигунів змінного струму і пов'язаних з ними механічних пристроїв, заснований на аналізі споживаного двигуном струму. Сутність цього способу полягає в тому, що протягом заданого проміжку часу роблять запис значень фазного струму, споживаного електродвигуном, за допомогою датчика з лінійної амплітудно-частотної характеристики, виділяють аналізовані характерні частоти за допомогою фільтра низьких частот, перетворюють отриманий сигнал з аналогової в цифрову форму, а потім проводять спектральний аналіз отриманого сигналу і порівнюють значення амплітуд на характерних частотах з рівнем сигналу на частоті живильної мережі.

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

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

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

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

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

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

## МОДЕЛЮВАННЯ НАДХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ ДО ТЕПЛИЦІ ЗАСОБАМИ SIMULINK

**Мараховський В.Б., 2С курс**

**Речина О.М., інженер [rechina@ukr.net](mailto:rechina@ukr.net)**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Однією з проблем, що стоять перед нашою країною, є зменшення енергоспоживання і більш раціональне використання енергоресурсів. Досягти цього можна лише шляхом комплексного застосування енергозберігаючих технологій. За цих умов особливої актуальності набувають системи предиктивного управління.

Основні матеріали досліджень. Принцип предиктивного управління полягає у здійсненні керуючого впливу на об'єкт управління на основі прогнозу зміни зовнішніх збурюючих чинників. Тому для побудови таких систем важливою ланкою є розробка їх моделей поведінки. З огляду на значну енергоемність процесів опромінення, обігріву, вентилявання у спорудах захищеного ґрунту, де фактично збурюючим чинником є інтенсивність сонячного випромінювання, розглянуто модель інсоляції.

$$F_t = F_{\max} \sin \left[ \pi \left( \frac{t - t_c}{t - t_c} \right) \right] \quad (1)$$

де  $F_{\max}$  – максимальна інтенсивність сонячної радіації в полудень;

$t_c$  – час сходу сонця;

$t_z$  – час заходу сонця.

Побудовано модель надходження сонячної радіації засобами Simulink та приведено приклад розрахунку параметрів настройки блоків за географічними координатами розташування об'єкту та номером доби у році.

Висновки. Запропонована модель може служити інструментом для створення механізму прийняття рішень, що забезпечують підвищення енергоефективності різних технологічних процесів, зокрема освітлення, опалення, вентиляції.

Література.

Речина О.М. Імітаційне моделювання роботи енергоощадної САУ опромінення рослин / О.М. Речина, А.Г. Сабо // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс].-Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – Вип.7.,Т.1.- С. 212-219.

Глушаков С.В. Математическое моделирование: Учебный курс. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2001. – 524 с.

УДК 631.3-83(075.8)

## ПЕРІОДИЧНЕ ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ

Трегубов В.А., 21СЕЕ

Вовк О.Ю., к.т.н., доцент [aleksvovk020405@gmail.com](mailto:aleksvovk020405@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Найбільш розповсюджене силове електрообладнання, яке застосовується в агропромисловому виробництві – це асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором, який має високу конструкційну надійність. Проте в експлуатації на підприємствах АПК України щорічно відмовляють близько 20 – 25 % встановлених електродвигунів з причини відсутності необхідної інформації щодо їх поточного стану, який встановлюється при діагностуванні. Аналіз методів діагностування електродвигунів виявив наступні недоліки відносно їх застосування в умовах агропромислового комплексу України: висока вартість технічної реалізації методів, неповний контроль стану електродвигуна, спрямованість виключно на пошук пошкоджень із значною витратою часу на діагностування.

Основні матеріали дослідження. Шляхом аналізу фізичних проявів несправностей асинхронних електродвигунів обґрунтовано узагальнений діагностичний параметр – коефіцієнт корисної дії асинхронного електродвигуна, а також локальні діагностичні параметри – втрати активної потужності у вузлах електродвигуна. На підставі аналізу процесу штучного навантаження асинхронних електродвигунів запропоновано у якості діагностичних впливів застосовувати досліди холостого ходу при номінальній напрузі живлення і короткого замикання при з'єднанні обмотки статора відкритим трикутником, які пропонується проводити без регулятора напруги і пристрою для загальмовування ротора. Отримані результати аналізу дозволили розробити метод періодичного діагностування асинхронних електродвигунів, що ґрунтується на порівнянні поточного значення коефіцієнту корисної дії електродвигуна з допустимим. Експериментальні випробування розробленого методу показали його достатню точність діагностувати не тільки наявність несправності асинхронного електродвигуна в цілому, а й можливість встановити його несправний вузол.

Висновок. Розроблений метод діагностування асинхронних електродвигунів дозволяє проводити їх комплексне діагностування як системи взаємопов'язаних вузлів і повністю готовий до впровадження.

Список літератури.

Овчаров С.В. Ресурсоенергосберегающие эксплуатационные режимы силового электрооборудования / С.В. Овчаров. – К.: Видавництво ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 293 с.

Закладной А.Н. Методы оценки срока службы асинхронных электродвигателей / А.Н. Закладной, О.А. Закладной // Энергетика та електрифікація. – Київ, 2004. – № 4. – С.63–67.

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Тараненко Є.В., студент 2сЕЕ

Вороновський І.Б., к.т.н., доц. [voronovskiyigor@gmail.com](mailto:voronovskiyigor@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій. Зростаючі потреби суспільства в енергії все більше обмежуються через вичерпання найбільш технологічних видів органічного палива. Теплові насоси – одне з можливих вирішень проблеми у сфері теплопостачання. Вони дозволяють підвести теплоти більше, ніж виділяється при згорянні палива. Їхнім недоліком при опалюванні та гарячому водопостачанні (ГВП) є значна протяжність тепло меж, що призводить до високих непродуктивних втрат тепла, до дефіциту мережної води в окремих районах міста через обмежену пропускну здатність існуючих трубопроводів. Це ускладнює теплопостачання окремих селищ і котеджів, звужує можливості розвитку територій. Крім того, різко зростають масштаби наслідків при аварії тепломереж або великих котелень.

Основні матеріали досліджень. Транспортування електроенергії таких проблем не створює. Тому у перспективі, враховуючи й атомні станції, слід розраховувати на її використання і для теплопостачання. Єдиним пристроєм, що дозволяє зробити таке споживання електроенергії конкурентоспроможним, є тепловий насос (ТН). Тепловий насос, як і звичайний холодильник, працює за зворотним термодинамічним циклом. Відношення цієї енергії  $Q_1$  до електричної потужності  $N$  називають опалювальним коефіцієнтом (COP у зарубіжних виданнях), який показує, у скільки разів потужність, спожита на опалювання, більша, ніж споживана електрична потужність.

Для оцінки ефективності ТН у реальних експлуатаційних умовах використовують коефіцієнт сезонної продуктивності (SEER), який являє собою відношення загальної теплової енергії, що виробляється за опалювальний сезон, до загальної кількості електроенергії, споживаної для забезпечення роботи ТН. Сучасні теплові насоси класу «повітря-повітря» забезпечують показник SEER на рівні 3, ТН класів «вода-вода» і «грунт-вода» - до 4.

Висновки. Підвищення значення COP може бути забезпечене також при зниженні температури конденсації за рахунок використання, наприклад, підлогового опалення або повітряного.

Перспектива застосування теплових насосів може бути оцінена при розгляді конкретних задач енергозбереження. При цьому тільки комплексний підхід до їх використання, комбінування процесів виробництва тепла і холоду, утилізація теплоти відхідних газів та витяжного повітря, раціональне поєднання тепло насосного й електричного обігрівання, оптимальний вибір джерел низько потенціальної теплоти, тепло акумуляторів і температурного режиму роботи установки можуть компенсувати недолік, пов'язаний з її високою вартістю.

УДК 62.503.55

## ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ СТЕНДОМ ДІАГНОСТУВАННЯ ФОРСУНОК ДВЗ

**Бакута А.В., 13сЕЕ**

**Гомонець О.П., асистент    arg21011@yahoo.com**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Діагностування дизельних форсунок на стенді базується на перевірці продуктивності при визначених режимах роботи. Для цього оператором задається необхідна частота обертання приводного електродвигуна паливного насосу, вмикається клапан подачі палива і через певний час, вимірюваний секундоміром, вимикається подача палива. По об'єму палива, що проходить через форсунку та потрапляє у мірну ємність визначається продуктивність для даного режиму роботи. Для спрощення даного процесу було запропоновано автоматичне вимикання клапану.

Основні матеріали дослідження. Як показала практика, для оцінки продуктивності простіше та більш зручно використовувати не час подачі палива, а певне значення числа обертів приводу, що здійснюються при різній частоті обертання.

Цифрова частина пристрою керування стендом реалізується на двох мікроконтролерах AtTiny2313. На одному побудовано лічильник імпульсів з функцією запам'ятовування встановлюваних значень, що отримує сигнал з первинного перетворювача частоти обертання приводу паливного насосу. Первинним перетворювачем застосовано перетворювач на ефекті Холла. Другий мікроконтролер виконує функцію вимірювання частоти обертання приводу.

Відображення значень вимірюваних та заданих параметрів роботи стенду здійснюється семисегментними індикаторами на 3 та 4 розряди.

Для налаштування необхідного числа відліків використані кнопка та двопозиційний перемикач без фіксації. Кнопкою здійснюється вхід в налаштування числа відліків, перемикачем – зміна значень, запуск та виклик збереженого у пам'яті значення.

Для проведення діагностики форсунок оператор встановлює необхідне число відліків лічильника, по показам вимірювача частоти обертання налаштовує необхідну частоту приводу паливного насосу та запускає відлік. При цьому автоматично спрацьовує клапан подачі палива. По закінченню відліку клапан автоматично вимикається.

Висновок. Таким чином, застосування даного пристрою зменшує кількість операцій, необхідних для проведення діагностики форсунок та підвищує точність отриманих даних по продуктивності. Від аналогічних пристроїв зібраних на основі AVR контролерів, запропонована конструкція відрізняється доступними й дешевими компонентами, при цьому не поступаючись якістю.



Бобирь А.М., 1 курс МБЕЕ

e-mail: syzams30@gmail.com

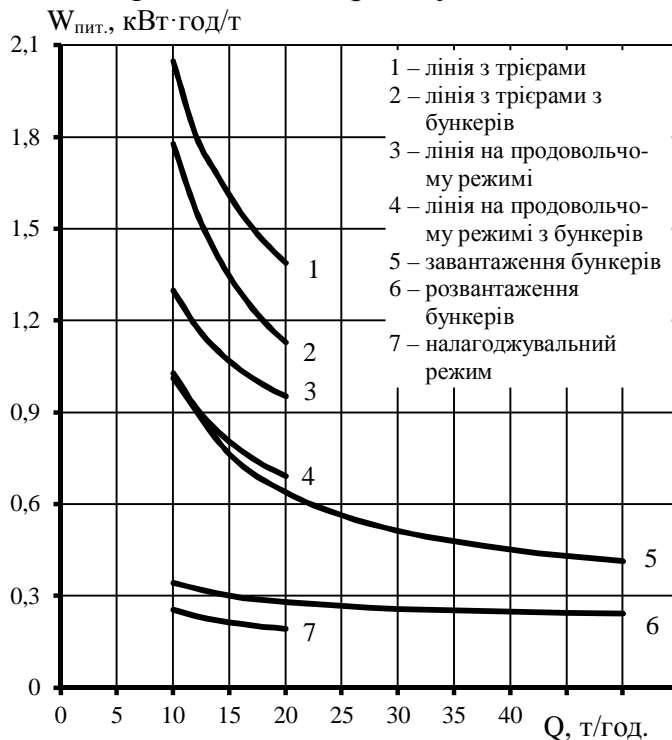
Постнікова М.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Енергозбереження в сільському господарстві – одна з самих актуальних задач ХХІ століття. Від результатів вирішення цього питання залежить місце нашого суспільства в ряду розвинених в економічному відношенні країн і рівень життя громадян.

Основні матеріали дослідження. Так як потокові лінії зерноочисних пунктів проектуються без належного обґрунтування продуктивності обладнання, то в більшості випадків, при складанні поточкових ліній, керуються тільки паспортною продуктивністю машин. Сполучення робочих машин у поточковій лінії не завжди буває вдалим, тобто потокова лінія працює не в номінальному режимі, отже, питома витрата електроенергії не може бути мінімальною. Основною і обов'язковою умовою найбільш економічної роботи поточної лінії є однакова номінальна продуктивність всіх машин, з'єднаних послідовно. У протилежному випадку, продуктивність поточної лінії буде визначатися тією машиною, яка має найменшу номінальну продуктивність.

Існуючі агрегати для післязбиральної обробки зерна характеризуються безперервним технологічним зв'язком окремих операцій і дозволяють вести очищення зерна за різними технологічними варіантами з використанням послідовно-паралельного агрегування машин в поточковій лінії.

Рис. 1 Залежність  $W_{\text{пит.}} = f(Q)$  для ЗАВ-25

Потокові лінії ЗАВ-25 мають кілька технологічних схем. Кожна з технологічних схем має певний набір обладнання. В кожній поточковій лінії є лімітуючі машини, які визначають продуктивність всієї поточної лінії. Це визначає сумарну базову питому витрату електроенергії на обробку 1 т зерна. Були досліджені залежності  $W_{\text{пит.б}} = f(Q)$  (рисунок 1).

Висновок. Аналіз рисунку 1 показує, що базова питома витрата електроенергії буде різною в залежності від набору машин в поточковій лінії і може мати мінімальне значення.

## ПРОБЛЕМИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ

Єфимчук О.А., студент 2 сЕЕ

Вороновський І.Б., к.т.н., доц, [voronovskyigor@gmail.com](mailto:voronovskyigor@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет,*

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень та публікацій. Сьогодні, коли людство починає усвідомлювати, що проблема наростаючого дефіциту невідновлюваних природних енергоресурсів реально існує, а ціни на них нестримно зростають, і будуть рости надалі, впровадження енергозберігаючих технологій генерації теплоти і використання нетрадиційних і відновлюваних енергоджерел замість спалювання вуглеводневого палива стає не стільки популярним, скільки життєво необхідним.

Мета досліджень. Застосування замість традиційного енергомарнотратного індивідуального опалення на енергетично ефективне енергозберігаюче, хоча і відносно дороге опалення на базі теплонасосної технології.

Основні матеріали досліджень. Швидке і постійне зростання цін на природний газ протягом багатьох років зробив економічно неспроможними системи централізованого тепlopостачання України. Основні зміни, безумовно, відбудуться в секторі житлових і бюджетних будівель.

Модель синхронної термомодернізації будівель та інноваційних систем тепlopостачання є для України найкращою і заслуговує серйозної уваги. При цьому широкомасштабне впровадження теплових насосів найбільш простий, надійний і головне перевірений шлях, що веде до повної відмови від використання природного газу в житлово-секторі і до істотного зниження тарифів на тепlopостачання.

Широкомасштабне впровадження теплових насосів найбільш простий, надійний і головне перевірений шлях, що веде до повної відмови від використання природного газу в житлово-секторі і до істотного зниження тарифів на тепlopостачання. Таким чином, енергозбереження у споживача абсолютно не потрібне енерговиробникам.

До суб'єктивних причин, що гальмують впровадження ТНУ, можна віднести суперечності між стратегічними інтересами енерговиробних компаній, які зацікавлені в максимальному збільшенні обсягу продажів енергетичних ресурсів і інтересами споживача, зацікавленого в мінімізації закупівель останніх. Встановлення теплових насосів призведе до зниження споживаної теплоти за рахунок спалювання органічного палива.

Висновки. Впровадженню ТНУ перешкоджає: недолік цільових фінансових коштів і інвестицій; неефективне стимулювання учасників енергоринку; незацікавленість керівників підприємств в економії енергії та неефективна державна (законодавча) підтримка енергозбереження; недостатня інформованість потенційних споживачів про енергозбереження.

## РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ТЯГОВОГО ДВИГУНА ПРИВОДУ МОТОБЛОКУ

Федькін В., 4 курс

Ковальов О.В., старший викладач [alekstdaty1979@gmail.com](mailto:alekstdaty1979@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Вибір потужності та розробка системи керування електродвигуном є однією з найбільш складних і відповідальних задач, що виникає в процесі створення тягового електроприводу будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, в тому числі і мотоблоків на початковій стадії їх розробки.

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

Двигун постійного струму приводу мотоблоку отримує живлення від тиристорного перетворювача. Останній має систему управління з класичним підлеглим принципом регулювання - зовнішній контур регулювання швидкості, внутрішній - контур регулювання струму [1].

Визначимо коефіцієнти спостережника швидкості

$$q_1 = 2\omega_0 - \frac{1}{T_e} q = 2 \cdot \frac{1}{T_e} \quad q_2 = \frac{\Phi_m L}{J} - \frac{2 \cdot \omega_0^2 L}{C_e \Phi} \quad q_3 = \frac{J}{C_e \Phi} \quad (1)$$

$$q_2 = \frac{C_M \Phi}{J} - \frac{2\omega_0^2 L}{C_e \Phi}$$

Запишемо рівняння спостережника в скалярному виді

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

$$\dot{\hat{\omega}} = -\frac{1}{T_a} \hat{\omega} - \frac{\Phi_e}{L_r} \hat{I}_d + \frac{k}{L} u - q_2 (\hat{\omega} - \omega) \quad (2)$$

$$\dot{\hat{\omega}} = \frac{\Phi_M}{J} \hat{I}_d - \frac{M_c}{J} - q_2 (\hat{\omega} - \omega) \quad \dot{\hat{\omega}} = \frac{C_M \Phi}{J} \hat{I}_d - \frac{\hat{M}_c}{J} - q_2 (\hat{\omega} - \omega) \quad (3)$$

$$\dot{\hat{M}}_c = -q_3 (\hat{I}_d - I_d) \quad \dot{\hat{M}}_c = -q_3 (\hat{I}_d - I_d) \quad (4)$$

Таким чином, отримано спостережник (2)-(4) з коефіцієнтами (1) з розподіленням коренів характеристичного рівняння по Батерворту [2].

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

В якості об'єкта керування розглянемо двигун постійного струму незалежного збудження 2ПБ132ЛУХЛ4. Параметри регуляторів швидкості і струму визначено використовуючи вбудований тюнер в блок PID Controller. В регуляторах були використані обмеження по мінімальному і максимальному значенню виходу [3].

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

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

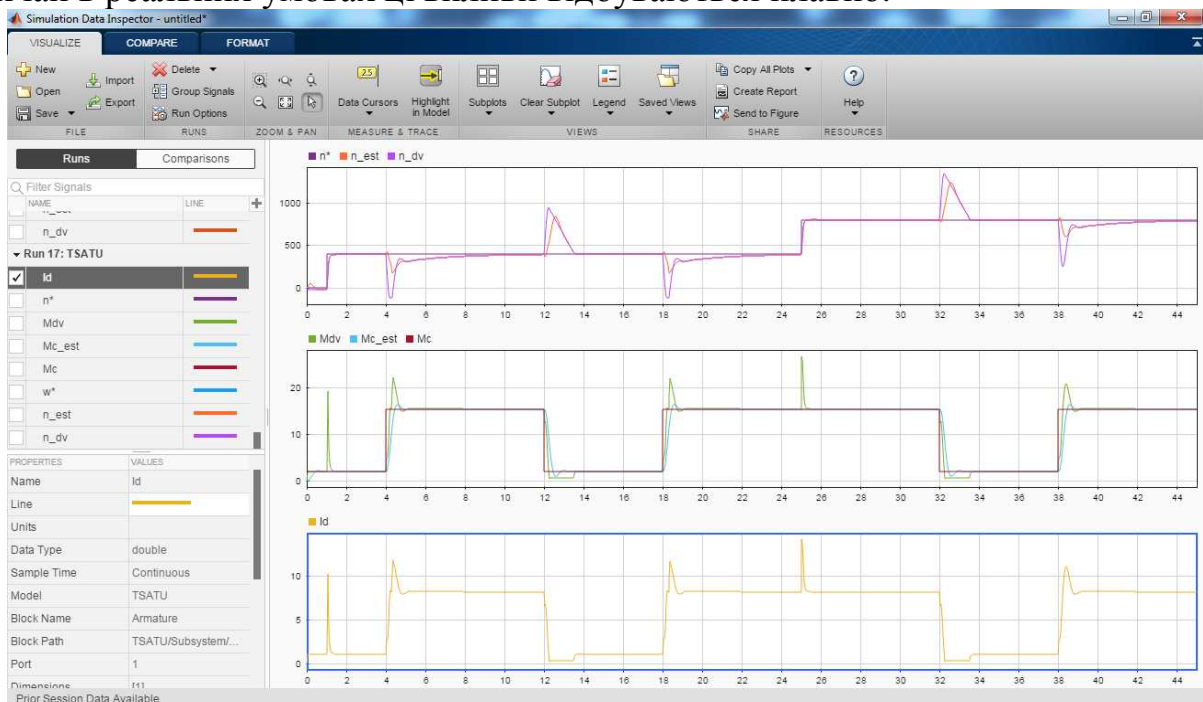


Рисунок 1 - Результати дослідження спостережника швидкості обертання ДПС в приводі електромоблока.

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

#### Список літератури

1. Кузовков Н.Т. Модальное управление и наблюдающие устройства/ Н.Т. Кузовков. – М.: Машиностроение, 1976. – 184 с.
2. Потапенко Е.М. Основы теории и методы автоматического управления: учебное пособие/ Е.М. Потапенко, А.Е. Казурова. – Запорожье: ЗНТУ, 2013. – 273 с.
3. Квакернаак Х. Линейные оптимальные системы управления/ Х. Квакернаак, Р. Сиван. – М.: Мир, 1977. – 650 с.

## РОЗРОБКА ТЕМПЕРАТУРНО-СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ ІНДУКЦІЙНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

**Мінкін О.В., ЗЕН,**

**Понятих М.О., ЗІЕН,**

**Попова І.О., к.т.н., доцент e-mail: irirnapopova54@gmail.com**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Розробку захисту асинхронних електродвигунів необхідно проводити виходячи з особливостей режимів їх роботи, можливостей виникнення аварійних ситуацій і наслідків, які проявляються потім.

Основні матеріали досліджень. Температурно-струмові захисні пристрої достатньо добре захищають асинхронні електродвигуни як при виникненні невеликих тривалих перевантаженнях, так і при короткочасних значних. Структурна схема розробленого температурно-струмового захисту статорних обмоток індукційного електродвигуна наведена на рисунку 1.

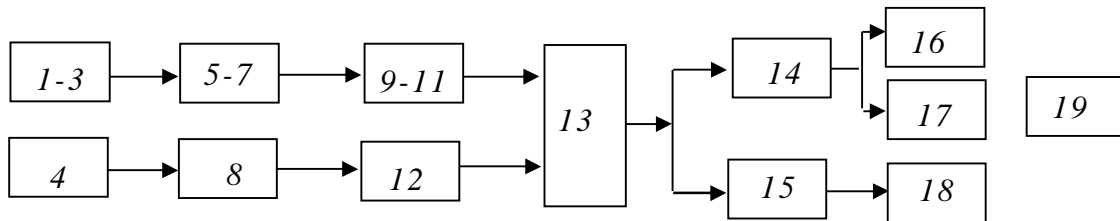


Рисунок 1 - Структурна схема температурно-струмового захисту

Сигнали від первинних вимірювальних перетворювачів струму 1...3 через згладжуючі фільтри 5..7, подаються на операційний підсилювач на основі компаратора 9...11. При перевищенні фазних струмів граничного значення, з'являється сигнал на виході операційного підсилювача 13, спрацьовує логічний елемент «АБО», напруга на виході логічного елемента «АБО» 13 відчиняє транзистор 14, що працює як підсилювач. Спрацьовує звукова 16 і світлова 17 сигналізація, що сповіщає значне про перевищення фазних струмів, одночасно через підсилювач 15 подається сигнал на котушку проміжного реле 18, нормально розімкнуті контакти якого в колі котушки магнітного пускача двигуна знеструмлюють її. Сигнал перевищення температури ізоляції від перетворювачів температури 4 через тригер 8 подається на логічний елемент «НІ», логічний елемент «АБО» 13, через підсилювачі 14, 15 на звукову 16, світлову 17 сигналізацію і виконавчий елемент 18. Всі мікросхеми живляться від стабілізатора напруги 19, виконаного на базі інтегральних лінійних стабілізаторів напруги.

Висновки. Температурно-струмовий захист дозволяє підвищити експлуатаційну надійність асинхронного електродвигуна за рахунок безперервного діагностування режиму його роботи, що дасть можливість збільшити термін його служби у сільськогосподарчому виробництві.

УДК 621.313.333

## **РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ ТА ЗАХИСТУ ТРИФАЗНИХ АСИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ВІД НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ В МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ**

**Шарапов О.С., e-mail: [sharapov.sasha@gmail.com](mailto:sharapov.sasha@gmail.com)**

**Халаман Л.Г.,**

**Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент**

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми. Управління режимами енергосистем повинно забезпечувати виконання основних вимог до режимів, а саме, економічність роботи енергосистеми, надійність електропостачання споживачів та нормативна якість електроенергії. Якість електричної енергії в системах електропостачання регламентується стандартом, в якому встановлюються норми якості електричної енергії в електричних колах систем електропостачання змінного трифазного і однофазного струму частотою 50 Гц. Особливо небезпечний режим роботи асинхронних електродвигунів (АД) в процесі експлуатації є несиметрія напруги мережі живлення, яка виникає в зв'язку зі змішаним підключенням побутових однофазних та трьохфазних споживачів. Найбільш небезпечним випадком несиметрії є неповнофазний режим роботи АД, що є наслідком обриву фазного проводу, перегорання плавкого запобіжника, обриву обмотки або лінії електромережі. В двох непошкоджених обмотках АД значно збільшуються фазні струми і виникає прискорений знос корпусної і фазної ізоляції обмоток АД.

Основні матеріали дослідження. Авторами розроблений та пропонується до впровадження універсальний пристрій контролю та захисту АД від неповнофазних режимів в мережі живлення.

Універсальний пристрій містить два структурних блоки: блок контролю відхилення напруги та блок контролю несиметрії напруги та захисту від неповнофазних режимів роботи АД. В блоці контролю відхилення напруги реалізований принцип порівняння двох величин напруг: діючої та базової. Робота блоку контролю несиметрії напруги та захисту від неповнофазного режиму базується на використанні порогових елементів та тригерного вузла наявності імпульсів.

Запропонований пристрій забезпечує контроль зниження напруги на 5...10% від номінального значення з наданням необхідної сигналізації, контроль несиметрії напруги та захист від неповнофазного режиму в мережі живлення АД з наданням оператору необхідної сигналізації.

Розрахунок показників надійності роботи розробленого пристрою показав, що час роботи пристрою до відмови дорівнює 5000 год., а ймовірність безвідмовної роботи пристрою – 0,92.

Висновок. Розробка і впровадження універсального пристрою дозволить реалізувати один із шляхів вирішення проблеми підвищення експлуатаційної надійності трифазних АД.

УДК 631.3-83(075.8)

## УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ДРОБАРКИ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ

Федькін В.А., 42ЕН

Квітка С.О., к.т.н., доцент e-mail: [sergei.kvitka1965@gmail.com](mailto:sergei.kvitka1965@gmail.com)

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Постановка проблеми.

В теперішній час у сільськогосподарському виробництві експлуатується більш ніж 300 типів робочих машин та агрегатів з електроприводом і майже кожна з них має свої відмінності в привідних характеристиках, режимах роботи, системах керування. З них значну частину займають електроприводи з важкими умовами пуску. До них відносяться, зокрема, дробарки концентрованих кормів. Електроприводу з асинхронними двигунами притаманні мала керованість і низькі динамічні властивості. Мала керованість обумовлена не тільки неможливістю зміни швидкості в широкому діапазоні при постійній частоті струму мережі, але й важкістю реалізації режимів плавного пуску зокрема.

Основні матеріали дослідження. Електропривод дробарок має ряд суттєвих особливостей, які слід враховувати при його проектуванні та експлуатації.

1. Значні споживані потужності.

2. Випадковий характер навантаження, широкі межі коливання споживаної потужності, які викликані неоднорідністю подрібнюваного продукту.

3. Необхідність безперервного або періодичного контролю струму навантаження електродвигуна. Це дає можливість зменшити перевантаження і недовантаження, завдяки чому знижується питома витрата електроенергії.

4. Великі моменти інерції робочих органів приводних машин і, як наслідок, великі коефіцієнти інерції системи. Цим спричиняється значний час пуску електроприводу і виникає загроза перегрівання двигуна.

Одним з можливих шляхів підвищення керованості і покращення динамічних властивостей асинхронного електропривода є вплив на електромагнітні перехідні процеси. Поява і швидкий розвиток сучасних технічних засобів керування: тиристорних пускачів, пристроїв плавного пуску, перетворювачів частоти обумовлює зменшення відсотка некерованих електроприводів. Тому, в системі керування електроприводом дробарки концентрованих кормів пропонується використання пристроїв плавного пуску.

Висновок. Для сільськогосподарських машин, для яких час перехідних процесів складає велике значення, керування перехідними процесами під час пуску набуває особливого значення. Реалізація режимів плавного пуску пов'язана з незадовільною динамікою пуску двигунів – різкими і значними коливаннями моменту та швидкості в початковий момент процесу, що може призвести до пошкоджень робочих органів, передавальних пристроїв.

## ПОКАЖЧИК АВТОРІВ

Бакута А.В. ....	26	Понятих М.О. ....	32
Бобирь А.М. ....	27	Попова І.О. ....	18, 32
Вовк О.Ю. ....	24	Попрядухін В.С. ....	20
Вороновський І.Б. ....	13, 14, 25, 29	Постнікова М.В. ....	27
Гомонець О.П. ....	19, 26	Речина О.М. ....	23
Гулевський В.Б. ....	11	Риженко О. ....	17
Дудіна М.П. ....	11	Сало І. ....	17
Єфимчук О.А. ....	29	Сердюк В.В. ....	10
Ігнатенко О.В. ....	14	Стребков О.А. ....	7, 8
Квітка С.О. ....	34	Струков В. ....	17
Ковальов О.В. ....	9, 30	Стручаєв М.І. ....	6
Константинов А.В. ....	15	Стьопін Ю.О. ....	15
Курашкін С.Ф. ....	10	Тараненко Є.В. ....	25
Кушлик Р.В. ....	17	Тіщенко В. ....	9
Левченко Д.В. ....	12	Трегубов В.А. ....	6, 24
Мамонтов Р.В. ....	13, 20	Федькін В. ....	30
Мараховський В.Б. ....	23	Федькін В.А. ....	34
Матев А.А. ....	18	Халаман Л.Г. ....	33
Мінкін О.В. ....	32	Чернецький В.А. ....	7
Назаренко І.П. ....	12	Шарапов О.С. ....	33
Накалюжний Д.А. ....	19	Щербінін О.Є. ....	8
Нестерчук Д.М. ....	33		