

ISSN 2306-756X



# **ЗБІРНИК наукових праць**

**Вінницького національного  
аграрного університету**

**Серія: Технічні науки**



**Випуск:**

**12(75)**

**2013**

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ  
ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ**

**ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
*Вінницького національного аграрного університету*

**Серія: *Технічні науки***

**Випуск 12 (75)**

Вінниця 2013

**Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки / Редколегія: Калетнік Г. М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2013. – Випуск 12 (75) – 200 с.**

*У збірнику висвітлено стан і перспективи розвитку технологій і обладнання переробних і харчових виробництв, особливості технологічного та конструктивного оснащення процесів переробки продукції рослинництва та тваринництва; представлені нові технологічні процеси з використанням прогресивних методів пластичного деформування та вібраційної обробки, реалізація яких дозволяє отримання якісних виробів складного профілю з високими фізико-механічними характеристиками.*

**Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 10 від 14.06.13р.)**

**Згідно до Постанови президії ВАК України від 11 вересня 1997 року дане наукове видання є таким, у якому дозволено публікувати основні результати дисертаційних робіт.**

**Національна редакційна колегія:**

**Головний редактор**

**Калетнік Г.М.** - д.е.н., к.с-г.н., ректор ВНАУ (м. Вінниця)

**Заступник головного редактора**

**Паламарчук І.П.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Члени редакційної колегії**

**Друкований М.Ф.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Анісімов В.Ф.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Іскович – Лотоцький Р.Д.** - д.т.н., проф., ВНТУ (м. Вінниця)

**Сивак І.О.** - д.т.н., проф., ВНТУ (м. Вінниця)

**Огородніков В.А.** - д.т.н., проф., ВНТУ (м. Вінниця)

**Булгаков В.М.** – д.т.н., проф., академік НААН, НУБіПУ (м. Київ)

**Бурдо О.Г.** - д.т.н., проф., ОНАХТ (м. Одеса)

**Лисогор В.М.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Матвійчук В.А.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Середа Л.П.** - к.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Веселовська Н.Р.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Гевко Р.Б.** - д.т.н., проф., ТНЕУ (м. Тернопіль)

**Нахайчук О.В.** - д.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Бандура В.М.** - к.т.н., доц., ВНАУ (м. Вінниця)

Технічний редактор – **Зозуляк О.В**

**Цуркан О.В.** - к.т.н., доц., ВНАУ (м. Вінниця)

**Гулько І.В.** - к.т.н., проф., проректор ВНАУ (м. Вінниця)

**Солона О.В.** - к.т.н., доц., ВНАУ (м. Вінниця)

**Іванов М.І.** - к.т.н., проф., ВНАУ (м. Вінниця)

**Кондратюк Д.Г.** - к.т.н., доц., ВНАУ (м. Вінниця)

**Любін М.В.** - к.т.н., доц., ВНАУ (м. Вінниця)

**Зарубіжні члени редакційної колегії**

**Людвікас Шпокас** – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

**Марош Коренко** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Ян Франчак** – д.т.н., проф. Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Володимир Крочко** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Зденко Ткач** – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

**Володимир Юрча** – д.т.н., проф., Чеський університет сільського господарства (м.Прага, Чехія)

**Януш Новак** – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

**Маріан Веселовські** – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

**Гражина Езевська-Вітковська** – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

**Семенс Івановс** – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

**Адреса редакції:** 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 57-41-79  
e-mail: [tehnovnaui@mail.ru](mailto:tehnovnaui@mail.ru) <http://www.techjournal.vsau.org>

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації  
КВ 4571 від 19.09.2001

© Вінницький національний аграрний університет, 2013

## ЗМІСТ

### МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА

*Гончар В. А.*

**ЗНОСОСТІЙКІСТЬ СТАЛІ Х 12 В ВОДНОМУ РОЗЧИНІ МУКИ З ДОБАВКАМИ  
МІНЕРАЛУ САПОНІТУ** .....6

*Найко Д. А., Краєвський В. О., Антонюк Л. Е.*

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОЧАТКОВОЇ СТАДІЇ ПРОЦЕСУ ЗГИНАННЯ.  
ВІДСТАНЬ МІЖ МАТРИЦЕЮ І ПУАНСОНОМ СУМІРНА З ТОВЩИНОЮ СМУГИ**  
.....15

### МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Кондратюк Д. Г., Григоришен В. М., Дмитренко В. П.*

**ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГРАБЛІВ - ВОРУШИЛОК З  
ВІДЦЕНТРОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ**.....22

*Середа Л. П., Місюля А. М.*

**ДОСЛІДИ НА КАРТОПЛЯНОМУ ПОЛІ**.....29

*Труханська О. О., Барановський В. М.*

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КУТА ВІДБИВАННЯ  
КОРЕНЕПЛОДІВ**.....37

*Шленський О. Б., Грищун О. А., Грищун А. В.*

**ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ-РОЗДАВАЧІВ  
СТЕБЛОВИХ КОРМІВ**.....48

### ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

*Анісімов В. Ф., Пришляк В. М., П'ясецький А. А., Бурлака С. А.*

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЬНИХ  
ДВИГУНІВ**.....56

*Єленіч М. П., Єленіч А. П., Яропуд В. М., Литвінкевич О. В.*

**ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРАХУНОК ГАЛЬМІВНОГО ШЛЯХУ ЛЕГКОВОГО  
АВТОМОБІЛЯ ПІДВИЩЕНОЇ ПРОХІДНОСТІ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ БЕЗ  
БЛОКУВАННЯ КОЛІС**.....67

*Леженкін О. М.*

**МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВІДНОСНОГО РУХУ ЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ**.....72

*Лисогор В. М., Єленіч М. П., Яропуд В. М., Зегер М. С.*

**ЛОГІКО-ДИНАМІЧНІ ДВОРІВНЕВІ СТРУКТУРИ ТА МАТРИЧНІ МОДЕЛІ  
ЗВ'ЯЗКІВ ВІБРАЦІЙНИХ ВУЗЛІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН**.....81

*Сисоліна І. П.*

<b>ОПРАЦЮВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДО ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТА.....</b>	<b>88</b>
--	-----------

## **ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

*Завалий А. А.*

<b>СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛЕЙ ЛУЧИСТОГО ТЕПЛООБМЕНА ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА УСТРОЙСТВА ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ.....</b>	<b>95</b>
--	-----------

*Костик С. І., Ободович О. М.*

<b>ТЕПЛОМАСООБМІННА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КОНЦЕНТРАТІВ МЕТАНОГЕНІВ.....</b>	<b>106</b>
--	------------

*Паламарчук І. П., Солоня О. В., Цуркан О. В., Білик Д. А.*

<b>ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЛІ ЧАСТОТНОГО ДЕЗІНТЕГРАТОРА НАДТОНКОГО ПОДРІБНЕННЯ ТА ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МІНЕРАЛУ САПОНІТУ.....</b>	<b>112</b>
--	------------

*Паламарчук І. П., Зозуляк О. В., Герасимов О. О.*

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОГО КОНВЕКТИВНО-ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ЗНЕВОЛОЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРА ТА КОМП'ЮТЕРА.....</b>	<b>120</b>
--	------------

*Пастух Г. С., Грабовська О. В., Мірошник В. О.*

<b>ОДЕРЖАННЯ ПЕКТИНУ З КАРТОПЛІ ТА ОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО СТРУКТУРИ... </b>	<b>128</b>
--	------------

*Семенов О. М., Смольчук К. С.*

<b>ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛООБМІНУ В ПРОЦЕСАХ ТЕПЛОВОЇ ПІДГОТОВКИ ПРОДУКЦІЇ ПРИ СТЕРИЛІЗАЦІЇ.....</b>	<b>136</b>
--	------------

*Фіалковська Л. В.*

<b>РОЗРОБКА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВИМОРОЖЕНОЇ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ.....</b>	<b>142</b>
---	------------

*Фіалковська Л. В., Янович В. П., Шленський О. Б., Цуліна О. В.*

<b>РОЗРОБКА РЕАКТОРА – ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА РАФІНОВАНОЇ ОЛІЇ.....</b>	<b>147</b>
--	------------

*Янович Л. П., Зозуляк І. А., Янович В. П.*

<b>ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РОБОЧИХ ПАРАМЕТРІВ ВІБРАЦІЙНОЇ МАШИНИ ДЛЯ СУШІННЯ ЗЕРНА.....</b>	<b>152</b>
--	------------

## **СТВОРЕННЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРЕСИВНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ**

*Деревенько І. А.*

<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОМБИНИРОВАННОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ.....</b>	<b>158</b>
--	------------

*Лисогор В. М., Єленіч М. П., Єленіч А. П., Літвінкевич О. В.*

**ПРИКЛАДНІ СТОХАСТИЧНІ МОДЕЛІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АПК ПРИ  
ВЗАЄМОДІЇ ДОВІЛЬНИХ ЗАКОНІВ РОЗПОДІЛУ.....165**

### **ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

*Середа Л. П., Чернявський М. М.*

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОЇ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ  
ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....172**

### **РОЗВИТОК ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ІНЖЕНЕРІВ МЕХАНІКІВ ТА КОНСТРУКТОРІВ**

*Лисогор В. М., Єленіч М. П., Войтенко С. М., Літвінкевич О. В.*

**ІНФОРМАЦІЙНО-ФІНАНСОВА МАТЕМАТИЧНО МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ  
ФІЗИЧНИМ СТАНОМ СПОРТСМЕНІВ У ЗМАГАННЯХ.....180**

*Лисогор В. М., Єленіч М. П., Войтенко С. М., Вінник Ю. В.*

**ІНФОРМАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГРУПОВОЇ ВЗАЄМОДІЇ ГРАВЦІВ У  
ЗМАГАННЯХ ПО ВОЛЕЙБОЛУ.....187**

*Сисоліна І. П.*

**ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ДЛЯ ІНЖЕНЕРІВ-  
МЕХАНІКІВ.....194**

УДК 62-521:62-868662-531.7

## ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ТА КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ВІБРАЦІЙНОГО КОНВЕКТИВНО- ФІЛЬТРАЦІЙНОГО ЗНЕВОЛОЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ МІКРОКОНТРОЛЕРА ТА КОМП'ЮТЕРА

*Паламарчук І. П*

*Зозуляк О. В*

*Герасимов О. О*

*Вінницький національний аграрний університет*

*Palamarchuk I.*

*Zozuliak O.*

*Gerasimov O.*

*Vinnitsia National Agrarian University*

*Анотація:* було розглянуто регулювання потужності електричного обладнання в широких межах яке можна здійснювати як на стороні змінної так і на стороні постійної напруги.

Розроблена і виготовлена мікроконтролерна система, яка дозволяє отримати значення основних параметрів тепломасообмінних процесів: температури продукції та сушильного агента; вібраційних параметрів – амплітуди, частоти віброприскорення; енергетичних параметрів- миттєвої потужності та спожитої енергії в цифровій формі з виведенням поточних значень на дисплей та передачею через організований інтерфейс на комп'ютер.

Система забезпечує автоматичне регулювання температури сушильного агента кожного з калориферів та корегування вібраційних параметрів, що дозволяє підтримувати енергоощадний резонансний режим вібрацій.

*Ключові слова:* температура, сушильний агент, вібрація, електричне обладнання.

### **Вступ**

Одним із найбільш перспективних засобів інтенсифікації тепломасообмінних процесів у масі сипкого середовища, зокрема конвективному сушінні, є покладання низькочастотних коливань у робочому об'ємі.

Можна виділити наступні основні способи створення віброкиплячого шару:

- внаслідок вібраційної дії на матеріал без продувки газу через шар, що має місце при сушінні продукції' кондуктивним методом;

- з підводом тепла від нагрітої поверхні або в комбінації з іншими методами, зокрема з інфрачервоним випромінюванням; а також з продувкою теплоносія над шаром;

- вібраційною дією з подачею газу через пористе дно контейнера під шар матеріалу продукції, що дозволяє знизити швидкість руху газу нижче критичної, зменшити винос мілких частинок і збільшити перепад температури теплоносія, що проходить через шар продукту;

- вібраційною дією з продувкою газу через шар матеріалу зверху вниз, коли швидкість теплоносія може бути значно вище швидкості витання частинок, що дозволяє мінімізувати втрати частинок внаслідок їх виносу і виключає потребу у встановленні додаткових циклонів і пасток ;

- вібраційною дією на шар матеріалу в вакуумі.

Підвищення ефективності означеної технологічної дії можна значно поліпшити за рахунок використання автоматизованих систем керування та регулювання параметрами силового поля.

Функціонування систем автоматичного регулювання в принципі схожа з функціонуванням системи автоматичного контролю. Відмінність заключається в тому, що на виході система автоматичного регулювання має регулятор, забезпечуючи підтримку величини яка регулюється в заданих рамках за рахунок зворотного зв'язку.[1]

Контрольно-вимірювальні прилади можна розділити на показникові, самописні, підсумкові, дистанційні, сигналізуючі і регулюючі. Нерідко декілька функцій поєднує один прилад. Сучасні підходи до конструювання таких приладів характерні застосуванням мікроконтролерної та комп'ютерної техніки і відповідного програмного забезпечення, що дозволяє представляти вимірювані величини в цифровому виді і, для обробки даних та їх графічного представлення і збереження, застосовувати персональні комп'ютери, що значно розширює можливості аналітичного опрацювання даних та оптимізації параметрів досліджуваних процесів.

### *Викладення основного матеріалу*

Плавне регулювання потужності електричного обладнання в широких межах можна здійснювати як на стороні змінної так і на стороні постійної напруги.

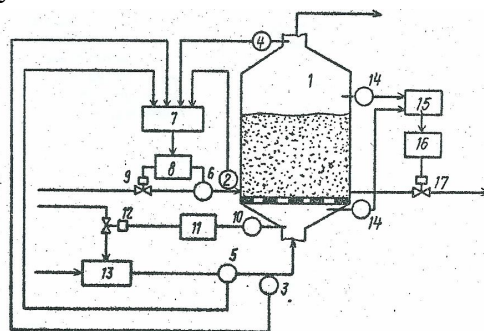
Регулювання на стороні змінної напруги можна виконувати за допомогою:

- автотрансформатора, який має ряд виводів з обмотки, до яких приєднується випрямляч;
- трансформатора з короткозамкнутою рухомою обмоткою;
- дрoселя насиченості, який підмагнічується мого постійним струмом.

Регулювання на стороні змінної напруги є порівняно простим, але перераховані пристрої мають великі габаритні розміри та масу і знижують ККД, так як мають потужність того ж порядку, що і трансформатор.

Регулювання на стороні постійної напруги можна здійснювати за допомогою реостата чи потенціометра. Але при цьому непродуктивно витрачається частина потужності.

Значно кращі результати дає застосування випрямлячів та керуємих вентилів. Вони забезпечують поступове керування випрямленої напруги в широкому діапазоні при незначному споживанні потужності.



*Рис. 1. Спосіб автоматичного регулювання процесу сушки матеріалів в підвішеному шарі*



Однофазний керований випрямляч містить керовані вентиля і дозволяє регулювати рівень випрямленої напруги. Схема такого випрямляча з нулевою точкою та активним навантаженням приведена на рис.1. Вентильними елементами в цій схемі є тиристори.

В схемі на некерованих вентилях напруга на навантаженні відповідає позитивним півхвилям синусоїдальної напруги на вторинній обмотці трансформатора Т, а вентиля починають проводити струм в момент переходу напруги через нуль ( $\omega t=0; \pi; 2\pi \dots$ ). В схемі на керованих тиристорах  $VS_1$  і  $VS_2$  момент відкриття тиристорів визначається моментом подачі на керуючий електрод керуючих імпульсів  $U_y$  (рис. 2).

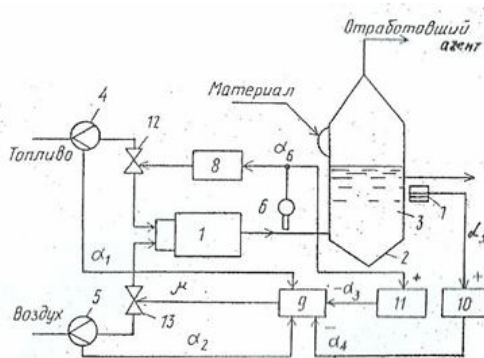


Рис. 2. Спосіб керування процесом термообробки матеріалу установки киплячого шару

При подачі таких імпульсів в момент часу  $\omega t_1$  і  $\omega t_2$  тиристори відкриваються з відповідною затримкою по відношенню до моменту переходу напруги через нуль, так як в загальному випадку з фазовим зсувом.

$$\alpha = \omega t, \quad (1)$$

де  $\omega$  – кутова частота напруги ;  $\alpha$ -кут відкриття тиристорів;  $t$  - миттєвий час.

Кут  $\alpha$ , який відраховується від точки звичайного відкриття тиристорів та виражений в градусах, називають кутом керування. Оскільки керовані імпульси подаються синхронно з частотою випрямленої напруги, кут керування для обох тиристорів залишається постійним.

В інтервали часу  $0 - \omega t_1$  та  $\pi - \omega t_2$  миттєве значення напруги на навантаженні дорівнює нулю, так-як обидва тиристори закриті, а в моменти часу  $\omega t_1$  і  $\omega t_2$  воно збільшується скачком, змінюючись потім по синусоїдальному закону, до моменту переходу напруги через нуль. Зміна кута керування дозволяє регулювати випрямлену напругу  $U_d$ . [4,5]

Керування напругою на виході однонапівперіодного випрямляча на тиристорі до управління в часі моментом відмикання (включення) тиристора. Це здійснюється за рахунок зсуву фаз між анодною напругою і напругою, що подається на управляючий електрод тиристора. Такий зсув фаз називають кутом управління і позначають  $\alpha$ , а спосіб управління називають фазовим. Управління величиною  $\alpha$  здійснюють за допомогою фазообертаючого RC-кола, яке дозволяє змінювати кут  $\alpha$  від  $0$  до  $90^\circ$ . При цьому випрямлену напругу регулюють від найбільшого значення до його половини. Резистором R1 змінюють напругу, що подається на управляючий електрод тиристора. Діод VD1 забезпечує подачу на управляючий електрод позитивних однополярних імпульсів.

Оптимальною формою управляючих сигналів для тиристорів є короткий імпульс з крутим фронтом. Така форма дозволяє зменшити нагрів управляючого електрода тиристора, а також забезпечити за рахунок високої крутизни управляючого імпульсу чітке відмикання

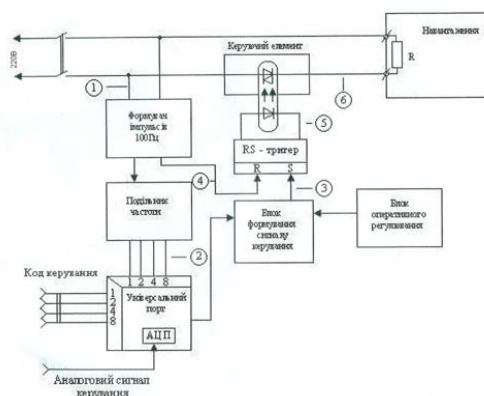
тиристора. Для формування подібних імпульсів і їх зсуву в часі застосовуються спеціальні імпульсно-фазові системи управління. Зміну кута управління здійснюють ручним або автоматичним способом, що забезпечує зміну випрямленої напруги в необхідних межах.[3]

Для підтримання заданих параметрів процесу сушки забезпечено установку та автоматичне регулювання температури сушильного агента аналоговим сигналом датчиків – перетворювачів а також цифровим сигналом – кодом, наприклад від мікропроцесорного пристрою.

Необхідно, особливо в процесі проведення досліджень, оперативне регулювання температури в ручному режимі.

Як вертикальне так і горизонтальне керування силовими елементами – тринисторами (симисторами) спричиняє в навантаженні форму струмів відміну від синусоїдальної, що створює завади від роботи пристрою, зокрема через мережу навантаження вищі гармоніки унеможливають роботу радіоприймачів в діапазонах ДХ-КХ. Тому основна вимога до подібних пристроїв це мінімізація завад.

Силовий блок пристрою, враховуючи широкий вибір комплектуючих, побудований без традиційної мостової схеми керованого випрямляча (рис.3), що підвищить надійність, зменшить габарити та покращить тепловий режим.



**Рис. 3. Блок-схема регулятора потужності з аналогово-цифровим керуванням**

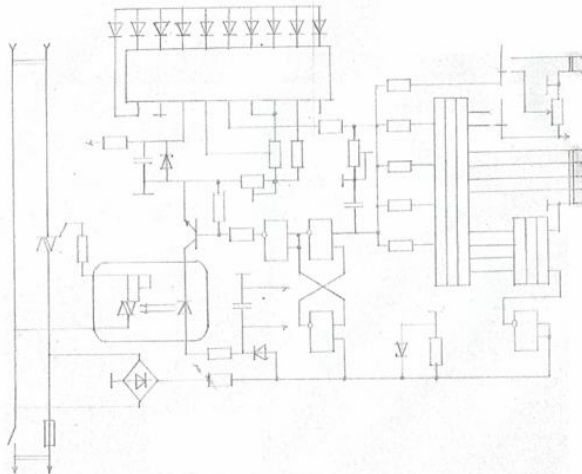
Також значно покращить зручність користування забезпечення пристрою світловою індикацією режиму роботи.

Мінімізувати завади від роботи пристрою можна забезпечивши комутацію силових елементів в момент переходу напруги мережі через нуль.

Для спрощення схеми і підвищення тим самим надійності в регуляторі застосовано ступеневе регулювання потужності (рис. 4 ) [2]. Імпульси частотою слідування 100 Гц формуються з напруги мережі діодним мостом

VD3- VD6, колом R8VD1R7 і елементом DD2 знищує її. Ці імпульси перемикають RS – тригер DD2.2, DD2.3. Напруги на виводі 6 елемента DD2.3 буде зростати по експоненціальному закону. При появі одиничного сигналу на цьому виводі тригер установиться в нульовий стан (на виводі 4 елемента DD2.3- сигнал -0). На виводі 10 елемента DD2.4 буде сигнал високого рівня, котрий відкриває транзистор VT1. Це спричинить проходження струму через світлодіодні елементи оптично – симисторного ключа МОС 3083. Конструктивно ключ містить вузол проходження синусоїди через «0». Використання цієї спеціалізованої інтегральної мікросхеми значно спростило схему

комутації силового елемента порівняно з використанням традиційних імпульсних трансформаторів і підвищило її надійність. Перемикання RS – тригера буде проходити при переході напруги мережі через нуль. При появі високого рівня напруги на виводах 3, 4,5,10 лічильника DD1 почне заряджатися конденсатор C1. При появі сигналу низького рівня на виході лічильника DD1 конденсатор розряджається, напруга на вході елемента DD2.3 зменшується, і коли вона стане менше порогової, тригер перестане перемикатись (рис.4). По спадові імпульсу на виводі 6 елемента DD2.3 RS- тригер повертається в вихідний стан і транзистор VT1 закривається. Силовий елемент тоді, коли струм навантаження стане менше струму утримання – в момент близький до переходу напруги мережі через нуль.



**Рис. 4. Електрична принципова схема регулятора потужності з аналогово-цифровим керуванням**

Напруга на навантаженні буде відповідати закону зміни керуючої напруги, щопоступає на вхід регулятора з блоку регулювання частоти мережі. Резистори R2 – R5 створюють цифроаналоговий перетворювач [5]. Для забезпечення роботи пристрою в режимі зовнішнього керування організовано універсальний порт, вхідний сигнал якого може бути представлений цифровим кодом (роз'єм XS1), аналоговим сигналом (роз'єм XS2), або напругою потенціометра R1 в режимі ручного оперативного управління. Блок побудовано з використанням інтегральної мікросхеми K561LC2 в режимі мультиплексора двох і чотирьох розрядних джерел цифрового сигналу. Якщо на керуючий вхід 9 подати сигнал логічної «1», на вхід 14-лог. «0», на виходи 13,12,11,10 поступлять сигнали з входів 15,2,4,6. Якщо логічну «1» подати на вхід 14, логічний «0» на вхід 9, то на виходи поступлять сигнали з входів 1,3,5,7

Живлення блоків здійснюється від безтрансформаторних параметричних стабілізаторів VD1, VD3-VD6, C2; R17, VD7,C3 враховуючи незначний споживаний струм.

В якості силового елемента використано потужний симистор VT40-600 з ізольованим анодом – підмостком, який не потребує ізоляції від радіатора. Параметри симистора забезпечують достатню потужність навантаження, а використання інтегрального оптоелектронного ключа та схемні рішення виключають виникнення завад при роботі пристрою.

Блок індикації вихідної потужності реалізовано на спеціалізованій інтегральній мікросхемі LM3914.

Інтегральна мікросхема LM3914, вимірює аналоговий вхідний сигнал (напругу) і в залежності від його величини керує десятьма світлодіодами лінійного дисплея. За допомогою вивода 9 можна переключати виходи мікросхеми в режими «бігаюча крапка». Струм через світлодіоди регулюється і може бути заданий, таким чином відпадає необхідність в резисторах, обмежуючих струм. Це дозволяє всій системі працювати при напрузі живлення від 3В.

В структурі мікросхеми також є джерело опорної напруги і точний десятиступеневий подільник напруги. Вхідний буфер приймає сигнал відносно корпуса або (V-) до 35 В і не потребує захисту. Буфер керує десятьма окремими компараторами не інвертуючи їх входи які підключені до джерела опорної напруги через вбудований подільник напруги. Таким чином, нелінійність індикації складає 0,5% в широкому температурному діапазоні.

В якості джерел світла використано світлодіоди, які при мінімальному спожива струму забезпечують достатню яскравість світлової шкали і безпосередньо вмикаються у вихідні кола інтегральної мікросхеми. Конструктивно пристрій розміщено в пластмасовому корпусі, що відповідає вимогам техніки безпеки при експлуатації пристроїв, живлення яких здійснено по безтрансформаторній схемі. На передню панель виведено ручки органів керування регулятора потужності в оперативному режимі, перемикач виду сигналу зовнішнього керування, силовий вимикач, та оптичний індикатор миттєвого значення потужності навантаження. Також на боковій поверхні корпуса розміщено роз'єми для підведення цифрового та аналогового сигналів керування та навантаження.

Пристрій дозволяє експлуатацію трифазних асинхронних двигунів від однофазної мережі практично без втрати потужності, а також регулювання частоти обертів, як на холостому ході, так і при навантаженні. (рис.5).

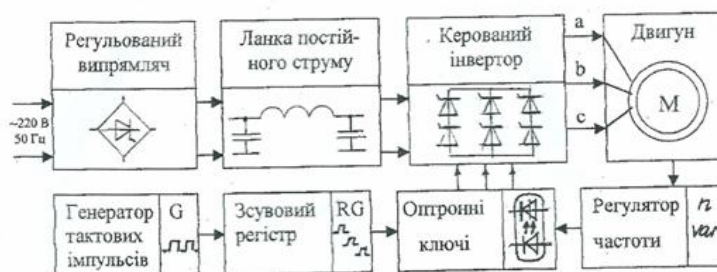


Рис. 5. Регулятор подачі сушильного агента

Напруга однофазної мережі випрямляється і через ланку постійного струму підводиться до керованого інвертора, навантаженням якого являється трифазний асинхронний двигун.

Керований інвертор перетворює напругу постійного струму в трифазну. Частота вихідної напруги задається блоком керування. Тринистори створюють мостову схему і можуть відкриватися в задній послідовності і на заданий відрізок часу. Проведені дослідження свідчать про доцільність установки тривалості відкритого стану кожного тринистора в половину періоду, а зсув моментів відкривання тринисторів складає шосту частину цього періоду. Отже на навантаженні буде діяти трифазна напруга з формою оптимально наближеною до промислової. Причому, змінюючи частоту мережі можна забезпечити регулювання швидкості обертів електродвигуна. Пристрій передбачає організацію

режиму «реверс». Можливо здійснити рекуперацію електроенергії в мережу під час гальмування двигуна.

Для процесів, які потребують точного задання частоти обертів можлива організація режиму стабілізації частоти шляхом введення кола їх автоматичного регулювання, з використанням тахогенератора, вихідна напруга якого пропорційна числу обертів вала двигуна [6].

Навіть при наявності трифазної мережі є оправданим використання пристрою в якості регулятора частоти. Частотне регулювання дозволяє зберегти енергетичні характеристики і використовувати найбільш дешеві і надійні асинхронні трифазні двигуни, наприклад, для регулювання параметрів вібраційного поля в сушильних установках з механічними віброзбуджувачами або швидкості подачі сушильного агента.

### **Висновок**

Розроблена і виготовлена мікроконтролерна система дозволяє отримати значення основних параметрів тепломасообмінних процесів: температури продукції та сушильного агента; вібраційних параметрів – амплітуди, частоти віброприскорення; енергетичних параметрів- миттєвої потужності та спожитої енергії в цифровій формі з виведенням поточних значень на дисплей та передачею через організований інтерфейс на комп'ютер.

Система забезпечує автоматичне регулювання температури сушильного агента кожного з калориферів та корегування вібраційних параметрів, що дозволяє підтримувати енергоощадний резонансний режим вібрацій .

### **Список літератури**

1. Алгин Б.Е. *Электронная автоматика* / Б.Е. Алгин. - М.: ПРОСВЕЩЕНИЕ, 1990. - 170с.
2. Бессонов Л.А. *Теоретические основы электротехники. Электрические цепи* / Л.А. Бессонов. — М.: Гардарики, 2002. — 638с.
3. Герасимов М. В. *Промышленная электроника* / М. В. Герасимо, — М.: Высшая школа, 1987. — 182с.
4. Золатарёв С. В. *Дополнения к регулятору мощности*. / С. В. Золатарёв // Радио 1999. — №7. — С.37-39 5.
5. Криштофович К.А. *Основы промышленной электроники* / К.А. Криштофович, В.В. Трифанюк. —М.:Высшая школа, 1979. —158с.
6. Хаузен Х. *Теплопередача при противотоке, прямотоке и перекрестном токе* / Х. Хаузен. —М.: Энергоиздат, 1981. —384 с.

### **Spisok literatury**

- 1 . Algin B.Ye. *Elektronnaya avtomatika* / B.Ye. Algin . - M. : PROSVESHCHENIYe , 1990 . - 170S .
- 2 . Bessonov L.A. *Teoreticheskiye osnovy elektrotekhniki . Elektricheskkiye tsepi* / L.A. Bessonov. - M. : Gardariki , 2002 . - 638s .
- 3 . Gerasimov M.V. *Promyshlennaya elektronika* / M.V. Gerasim , - M.: Vysshaya shkola , 1987 . - 182s .
- 4 . Zolatarov S.V. *Dopolneniya k regulyatoru moshchnosti .* / S.V. Zolatarov // Radio 1999 . - № 7 . - S.37 -39
- 5 . Krishtofovich K.A. *Osnovy promyshlennoy elektroniki* / K.A. Krishtofovich , V.V. Trifanyuk . -M. : Vysshaya shkola , 1979 . - 158s .
- 6 . Khauzen KH. *Teplotperedacha pri protivotoke , pryamotoke i perekrestnykh toke* / KH. Khauzen . -M. : Energoizdat

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОЙ КОНВЕКТИВНОЙ-ФИЛЬТРАЦИОННОГО  
ОБЕЗВОЖИВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И КОМПЬЮТЕРА**

*Аннотация:* было рассмотрено регулирования мощности электрического оборудования в широких пределах которое Можно и осуществлять как на стороне переменного так и на стороне постоянного напряжения.

Разработана и изготовлена микроконтроллерная система, которая позволяет получить значения основных параметров теплообмена процессов: температуры продукции и сушильного агента; вибрационных параметров - амплитуды, частоты виброускорения; энергетических параметров-мгновенной мощности и потребленной энергии в цифровой форме с выводом текущих значений на дисплей и передачей через организованный интерфейс на компьютер.

Система обеспечивает автоматическое регулирование температуры сушильного агента каждого из калориферов и корректировки вибрационных параметров позволяет поддерживать энергосберегающий резонансный режим вибраций.

**Ключевые слова:** температура, сушильный агент, вибрация, электрическое оборудование.

### **DEFINITION OF ENERGY AND PROCESS KINEMATIC PARAMETERS OF VIBRATING CONVECTIVE DEHUMIDIFICATION AND FILTRATION USING A MICROCONTROLLER AND COMPUTERS**

*Summari:* We examined regulation of power electronic equipment in a wide range mozhnaa which carry both the variable side and the DC side.

Designed and manufactured microcontroller system that provides a basic settings heat and mass transfer processes: temperature production and drying agent; vibration parameters - amplitude, frequency, acceleration, energy parameters, instantaneous power and energy consumed in digital form with the output current values on the display and transmission through organized interface to the computer.

The system provides automatic temperature drying agent every heaters and adjust vibration parameters, allowing you to maintain Energy saving mode resonant vibrations.

**Keywords:** temperature, drying agent, vibration, electrical equipment.