

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



Матеріали
науково-технічної конференції
студентів та магістрантів

Випуск XII, том II



УДК 631
М34

Матеріали науково-технічної конференції студентів та магістрантів
Таврійського державного агротехнологічного університету

Мелітополь: ТДАТУ, 2013. - Випуск XII. Том II. - 218 с.

До збірки ввійшли матеріали учасників науково-технічної конференції студентів та магістрантів Таврійського державного агротехнологічного університету (за підсумками науково-дослідної роботи у 2012 році).

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

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

Редакційна колегія:

- Никифорова Л.Є. – д.т.н., професор (декан Енергетичного факультету, завідувач кафедри "ЕТ в АПК");
Дідур В.А. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ГіТ");
Діордієв В.Т. – к.т.н., професор (завідувач кафедри "АСВ");
Куценко Ю.М. – к.т.н., доцент (завідувач кафедри "АЕП");
Мунтян В.О. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ЕСГ");
Овчаров В.В. – д.т.н., професор (завідувач кафедри "ТЗЕ").

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

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

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

© Таврійський державний агротехнологічний університет, 2013.



Науково-технічна конференція магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету за підсумками наукових досліджень у 2012 році

З 25 по 28 березня 2013 року у ТДАТУ проходила науково-технічна конференція студентів і магістрантів за підсумками наукових досліджень 2012 року.

У цьому році за напрямками роботи університету працювало 37 секцій, на яких було представлено 1035 доповідей студентів університету, з яких 124 доповіді презентовані гостями конференції. Найбільш популярні були секції: «Іноземні мови» - 114 учасників; «Організація виробництва та агробізнесу» - 73; «Фінанси і кредит» - 72; «Економіка підприємств» - 67; «Філософія і соціологія» - 56; «Українознавство» - 41.

На заключному пленарному засіданні, яке відбулось 28 березня, під керівництвом голови Ради молодих учених та студентів ТДАТУ Соколової В.М., та проректора з наукової роботи, чл.-кор. НААН України Надикто В.Т., були заслухані кращі доповіді за науководослідними інститутами: Овечко Інна (32 АГ АТЕ), Ломиш Владислав (член МАН), Щербак Ілона (11 МБ ПР ІКТ), Безверхий Олег (51 Ен), Слав Віктор (11 МБ МГ, МТФ), Філіна Маргарита (11 МБ МК, ЕтаБ). Проректором з наукової роботи акцентована увага на актуальності напрямів досліджень та «дорослому» рівні представлених результатів. Наприкінці пленарного засідання були нагороджені найактивніші учасники серед студентів університету, учнів шкіл та гостей (87 учасників нагороджені грошовими преміями та отримали подяки).

За результатами конференції усі доповіді учасників будуть опубліковані у відповідних збірниках наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету на офіційному сайті університету. Крім того,.

Гончарова Валентина, інженер 1 категорії
відділу з питань інтелектуальної власності та інформації
Кашкар'ов Антон, заступник голови
Ради молодих учених та студентів ТДАТУ

Енергетичний факультет



Факультет електрифікації сільського господарства у складі Мелітопольського інституту механізації сільського господарства був відкритий у вересні 1952 року. На ньому почали працювати кафедри електричних машин та електротехніки, застосування електричної енергії в сільському господарстві, була заснована нова спеціалізована кафедра виробництва та розподілення електричної енергії. Нині факультет об'єднує 6 кафедр, які беруть участь у підготовці фахівців за спеціальностями “Енергетика сільськогосподарського виробництва” та “Електротехнічні системи та технології в агропромисловому виробництві”, усіх акредитаційних рівнів.

На факультеті працює 59 викладачів, у тому числі 7 професорів, 28 доцентів, 7 старших викладачів та 17 асистентів. Серед викладацького: академік Академії наук вищої школи України та президент українського відділення МОО Міжнародна академія аграрної освіти – Дідур В.А.; академік Академії наук вищої школи України – Овчаров В.В.; академік Міжнародної академії аграрної освіти – Никифорова Л.Є.; академіки Міжнародної Академії розвитку людини – Мунтян В.О., Федюшко Ю.М.

Сферою наукових інтересів факультету охоплює:

- виконання госпрозрахункових науково-дослідних робіт;

- підготовку та видання монографій, навчальних посібників, опорних конспектів лекцій, наукових статей;
- підготовку докторських і кандидатських дисертацій співробітниками;
- участь викладачів та аспірантів факультету у конференціях різного рівня;
- наукове співробітництво з провідними підприємствами АПК України;
- організація стажування викладачів у провідних навчальних закладах України та зарубіжних країн;
- залучення обдарованої студентської молоді до наукової роботи.

У рамках програми Науково-дослідного інституту механізації землеробства Півдня України на факультеті виконується сім науково-технічних підпрограм:

1. Ресурсоенергозберігаючі режими передачі і перетворення енергії в агропромисловому комплексі (д.т.н. професор Овчаров В.В.).
2. Автоматизація технологічних процесів виробництва та переробки продукції сільськогосподарства (к.т.н. професор Діордієв В.Т.).
3. Розробка електромеханічних систем технологічних процесів сільськогосподарського виробництва (керівник к.т.н., доцент Кученко Ю.М.).
4. Удосконалення організації, технології та засобів технічного сервісу складних сільськогосподарських енергетичних засобів в Запорізької області (д.т.н., професор Дідур В.А.).
5. Розробка засобів підвищення надійності та ефективності енергозабезпечення виробничих процесів в агровиробництві (д.т.н., професор Мунтян В.О.).
6. Розробка технології, створення та використання експериментальних зразків для переробки рицини на енергетичну біосировину та раціональне використання продуктів її конверсії (д.т.н., професор Дідур В.А.).
7. Розробка екологічно чистих енергоресурсозберігаючих електротехнологій та пристроїв підвищення продуктивності та якості сільськогосподарських біологічних об'єктів (д.т.н., професор Никифорова Л.Є.).

Науково-педагогічними працівниками факультету за п'ять років отримано 65 деклараційних патентів на винаходи та корисні моделі, видано 3 монографії, 9 навчальних посібників.

Факультет на сьогодні має належну матеріально-технічну базу - оснащення для візуального супроводження лекційних і практичних занять, що забезпечує сучасний рівень навчального процесу та організації науково-дослідної роботи студентів. Викладачі факультету активно застосовують прогресивні методи навчання з використанням інноваційних технологій та методів: лекції, семінари, тестування. На факультеті використовуються контролюючі, навчаючі системи, комп'ютерне наочне супроводження занять зі спеціальних дисциплін.

На 6 кафедрах працює 52 студентських наукових гуртка в основному за спеціалізаціями кафедр і 147 студентів. На наукових студентських конференціях з доповідями виступили більше ніж 120 студентів. Було подано на конкурс 10 студентських робіт із них 5 робіт були відмічені нагородами, грамотами.

На високому рівні на факультеті проводиться виховна робота. Активну участь в координації виховної роботи приймають органи студентського самоврядування. Студенти факультету приймають активну участь в художній самодіяльності, конкурсах-оглядах художньої самодіяльності та соціальних проектах молодіжних організацій міста, району та на всеукраїнському рівні.

Високий потенціал талановитої молоді серед студентства енергетичного факультету дає можливість утримувати художню самодіяльність на високому рівні, залучати до участі в ній дедалі більшу кількість студентів.

Контактні дані:

д.т.н., професор Никифорова Лариса Євгенівна

роб.: (0619) 42-11-52

Кафедри факультету

На спеціалізованих кафедрах факультету працює 110 фахівців. Професорсько-викладацький склад налічує 64 викладача, серед яких 5 докторів технічних наук, 6 професорів та 34 кандидата технічних наук. Фахівці цих кафедр навчають студентів з 32 предметів. До складу енергетичного факультету входять 6 спеціалізованих кафедр.

Кафедра Теоретичних та загальних основ електротехніки заснована однією з перших – 1932 р. Нині кафедру очолює д.т.н., професор Овчаров В.В. На кафедрі розроблена і втілена в навчальний процес універсальна комп'ютеризована адаптована до болонського процесу фундаментально-теоретична практично орієнтована система розвиваючого навчання дисциплін, основою якої є тематичні комп'ютеризовані навчально-методичні комплекси.

Поряд із навчальною і методичною роботою викладачі кафедри постійно ведуть наукову роботу, за результатами якої були захищені п'ять кандидатських дисертацій.

Контактні дані:

Завідувач кафедри д.т.н., професор Овчаров Володимир Васильович: роб. (0619) 42-32-63



Кафедра Електрифікованих технологій АПК заснована у 1952р. Завідувачем кафедри є д.т.н., професор Нікіфорова Л.Є. Співробітниками кафедри надруковано 2 монографії, отримано 14 патентів та 27 авторських свідоцтв, а також понад 150 наукових статей.

З метою підвищення рівня фахової підготовки випускників колектив кафедри плідно співпрацює з виробничниками, обласними енергетичними компаніями, на базі яких функціонують і створюються її філії.

Наукова лабораторія, що працює на кафедрі, досліджує проблеми впливу електромагнітних полів на об'єкти сільськогосподарського призначення.

Контактні дані:

Завідувач кафедри д.т.н., професор Никифорова Лариса Євгенівна: роб. (0619) 42-23-41



Кафедру Електропостачання сільського господарства очолює д.т.н., професор Мунтян В.О. Засновано кафедру у 1970 р.

За часів існування колектив кафедри отримав біля 90 авторських свідоцтв та патентів. Кафедра має 7 лабораторій, які оснащені діючими електроустановками, спеціалізовані лабораторії для проведення «Навчальної практики з монтажу електрообладнання та засобів автоматизації» та «Навчальної практики за фахом». Студенти також мають можливість закріпити одержані теоретичні відомості на полігонах кафедри (навчальні полігони на території університету та Приазовського РЕМ).

Контактні дані:

Завідувач кафедри д.т.н., професор Мунтян Володимир Олексійович: роб. (0619) 42-11-74



Кафедра Автоматизації сільськогосподарського виробництва була створена у 1992 році з метою виділення в окремий напрям виконання наукових розробок у галузі автоматизації сільськогосподарського виробництва. Очолює колектив к.т.н., професор Діордієв В.Т.

Матеріальна база кафедри постійно оновлюється і розвивається. Розробляються нові та модернізуються існуючі лабораторні стенди, освоюються нові дисципліни. Викладачі слідкують за удосконаленням учбового процесу, курсового і дипломного проектування та систематичним оновленням методичної документації.

Контактні дані:

Завідувач кафедри к.т.н., професор Діордієв Володимир Трифонович: роб. (0619) 42-57-97
E-mail: diovlatr@ukr.net



Кафедру Гідравліки та теплотехніки, яка створена у 1954 році, очолює д.т.н., професор, академік АНВШУ Дідур В.А. За результатами наукових досліджень співробітниками кафедри отримано понад 30 авторських свідоцтв та патентів України. Матеріальна база кафедри відповідає сучасним вимогам: 4 лабораторії, комп'ютерний клас, приміщення тепло-енергоустановок, майстерня та інші навчальні аудиторії. На кафедрі нині викладається 17 базових дисциплін.

Контактні дані:

Завідувач кафедри д.т.н., професор Дідур Володимир Оксентійович: роб. (0619) 44-02-74
E-mail: didurva@mail.ru



Кафедра автоматизованого електроприводу створена наказом ректора Мелітопольського інституту механізації сільського господарства № 62-У від 22 січня 1979 року.

З 2009 року кафедрі очолює к.т.н., доцент Куценко Ю.М.

Кафедра має потужну матеріально-технічну базу, досвідчений професорсько-викладацький склад, розвинену комп'ютерну мережу, багаторічний досвід освітнянської, наукової та педагогічної роботи.

Контактні дані:

Завідувач кафедри к.т.н., доцент Куценко Юрій Миколайович: роб. (0619) 42-31-59
E-mail: kucenkoua@mail.ru



ЗМІСТ

ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В АПК



АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ В ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ

ЩЕРБАКОВА О.І., ЛИСЕНКО О.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

В статті проаналізовано застосування нових сухих трансформаторів на понижувальних підстанціях і трансформаторних пунктів в сучасній розгалуженій мережі електропостачання нашої країни.

17



АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИНИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ З СИСТЕМОЮ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

ДУБИНА Ю.І., ЛИСЕНКО О.В., АДАМОВА С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті приведений аналіз одного із способів підвищення енергоефективності виробництва і розподілу електричної енергії шляхом впровадження установок компенсації реактивної потужності. Застосування даних установок дозволить знизити витрати на електроенергію, покращити її якість.

19



ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

ДОМАШЕНКО Т.Є., ПАНЧЕНКО М.О., БОГАТИРЬОВ Ю.О.

Прибрежненський аграрний коледж

Таврійський державний агротехнологічний університет

Приведено аналіз сучасних апаратів захисту електричних мереж. Запропоновано умови та схеми використання запобіжників-вимикачів-роз'єднувачів в силових розподільчих мережах сільськогосподарського виробництва.

21



ВПЛИВ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ У ДЕЯКИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ НАШОГО МІСТА

КОВАЛЕНКО І.В., ПІХТАРЬ О.В., ЖАРКОВ В.Я.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті досліджується заміна ламп розжарювання на енергоекономічні у трьох навчальних закладах протягом жовтня – грудня 2011р. та 2012р. та вплив цього процесу на споживання електроенергії і на викиди парникових газів

24



ДОСЛІДЖЕННЯ ДОДАТКОВОГО ТЕПЛООВОГО ЗНОШЕННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ У ПЕРІОД ПІСЛЯ ПУСКУ

СТРЕБКОВ О. А., ОВЧАРОВ В.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведені аналітичні дослідження додаткового теплового зношення ресурсу ізоляції асинхронного електродвигуна в післяпусковий період в умовах порівняльної потужності.

26



ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ НА ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

31

ЛАЩЕНКО А.В., ШИЛОВ В.В., ТАРАСЮК Д.О., САВЧЕНКО П.І., ГУЗЕНКО В.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. П.Василенка

В статті обґрунтовані питання ефективності дотримання правил безпеки при експлуатації електроустановок. Проведений аналіз існуючих видів захисту технічного персоналу при роботі із сухими трансформаторами, та розглянуті питання по підвищенню вимог до правил безпеки.

31



РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

35

ПЕРЕБИЙНОС К.Ю., ЛИСЕНКО О.В., АДАМОВА С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті приведений аналіз економічної ефективності і надійності схеми автономного джерела енергопостачання сільськогосподарських підприємств на базі двигуна внутрішнього згорання.



ПРИНЦИПИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 6- 10 КВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОВГО-ІСКРОВИХ РОЗРЯДНИКІВ

37

РОМАНЮТА О.М., ЛИСЕНКО О.В., АДАМОВА С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз захисту повітряних електричних мереж від блискавок. Розглянутий варіант зменшення впливу блискавки на перенапругу мережі та старіння проводів.



РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ СИГНАЛІЗАЦІЇ І ПЛАВКИ ОЖЕЛЕДІ В ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ З РОЗЩЕПЛЕНОЮ ФАЗОЮ

40

ЩЕРБАКОВА О.І., КОВАЛЕНКО Л.Р.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота аналізує можливі методи плавки ожеледі на лінії 10 кВ, виявляє їх переваги та недоліки; пропонує розробку ефективної комбінованої системи сигналізації та плавки ожеледі на повітряній лінії з розщепленою фазою без відключення споживачів.



СПОСОБИ БОРЬБИ З ОЖЕЛЕДІЮ НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

44

ШУШАРА О.О., ШЕВЧЕНКО В.С., КРУЗІН Є.В., ЛИСЕНКО О.В., АДАМОВА С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто сучасний стан і методи боротьби з ожеледдю на повітряних лініях електропередач та запропоновано нові напрями вирішення проблеми, а саме плавлення ожеледі, підвищення надійності електропостачання.



ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СУШАРОК ЗЕРНОПУНКТІВ

49

ЗУБАТЮК К.О., ПОСТНІКОВА М.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведена техніко-енергетична оцінка сушарок зернопунктів.



ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ У ТЕПЛИЦЯХ

51

ГРИБАЧОВ Ю.М., ПЕРЕГУДОВ Я.С., САБО А.Г., КАШКАРЬОВ А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

На основі аналізу енергетичних витрат у теплицях запропоновані шляхи їх зменшення шляхом використання непрозорого покриття та біологічної підкормки вуглекислим газом.

ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ В АПК



ДІАГНОСТУВАННЯ ТА РЕМОНТ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

ПІХТАРЬ О.В., ЖАРКОВ В.Я.

Таврійський державний агротехнологічний університет

55

Для подовження терміну експлуатації та поширення впровадження компактних люмінесцентних ламп пропонується їх ремонтувати. Розглянута технологія діагностики і ремонту цих ламп



ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ГРУНТУ

КУТАЛОВА К.С., КВІТКА О.С., КВІТКА С.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

59

Розглянуто стан і перспективи застосування світлодіодних світильників для освітлювання рослин в спорудах захищеного ґрунту.



АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

ОНУК П.П., ЧЕГРАХЧИ О.Г., ВОВК О.Ю.

Таврійський державний агротехнологічний університет

62

Робота присвячена аналізу технічних засобів електроопалення житлових приміщень – складової частини системи електроопалення, яка постійно вдосконалюється.



КОМБИНИРОВАНА СВЧ СУШКА ОВОЦНОГО СЫРЬЯ

ШЕВЧУК С.А., ВЕНДИН С.В.

Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина

В статье предлагается заменить конвективную сушку подогретым воздухом конвективной сушкой наружным воздухом с нагревом продукта изнутри за счет СВЧ-энергоподвода. В предлагаемом способе сушки вместо нагревательных элементов для подогрева воздуха устанавливается СВЧ-модуль совмещенный с камерой сушки. Исключается подбор скорости подачи теплоносителя для обеспечения режимов сушки во взвешенном слое. Режимы сушки (скорость и конечную температуру нагрева) можно контролировать при постоянной скорости воздуха регулируя выходную мощность СВЧ-генератора.

66



ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

МИХАЙЛЕНКО М., РЕЧИНА О.М.

Таврійський державний агротехнологічний університет

70

В роботі розглянуто переваги застосування світлодіодів в якості джерела освітлення в теплиці на основі проведеного порівняльного аналізу вартісно-експлуатаційних показників різних джерел опромінення.



ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

ФИЛИПИШЕН Н.В., ГУЛЕВСКИЙ В.Б., КУЗНЕЦОВ И.О.

Таврический государственный агротехнологический университет

75

Работа посвящена вопросам очистки технических жидкостей от механических примесей для повышения качества абразивной обработки восстанавливаемых деталей.



УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

НАЛИМОВ И.В., ВЕНДИН С.В.

Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина

78

Эффективным методом дезинфекции животноводческих помещений является электроаэрозольный, основанный на получении заряженных аэрозолей химических препаратов, с последующим осаждением на объект обработки. При разработке электроаэрозольных генераторов подходящих по своим параметрам и конструктивному исполнению для дезинфекции крупногабаритных животноводческих помещений необходимо учитывать особенности процесса образования электрически заряженного аэрозоля, который состоит в формировании специальными устройствами пленки жидкости с последующей ее зарядкой и распадом в электрическом поле на отдельные заряженные капли.

ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ В АПК



АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ НАПРУЗІ ВІДХИЛЕНІЙ ВІД НОМІНАЛЬНОЇ

Молотков О.О., Устименко А.С., Гузенко В.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

83

В роботі приділена увага по визначенню енергетичних показників та обґрунтовані динамічні перехідні властивості асинхронного двигуна, які впливають на стійкість системи електропривод-робоча машина на насосних станціях.



АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА ОБ'ЄКТАХ АПК З УРАХУВАННЯМ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Глиняний С.С., Дегтярьов І. А., Гузенко В.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.П.Василенка

87

Проведено аналіз робочих машин і механізмів, які застосовуються в АПК, де доцільно використовувати перетворювач частоти з урахуванням вимог технологічного процесу. 87



ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ А1-ДМ2Р-55

ЧЕТВЕРИК О.Ю., КУЦЕНКО Ю.М

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті на основі аналізу конструктивних параметрів та режимів роботи серійних молоткових дробарок шляхом порівняння питомих енергетичних витрат, надані рекомендації що до їх вибору та подальшого використання

90



ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА НАСОСНИХ СТАНЦІЯХ ЗРОШЕННЯ

Плаксин М.С., Миронець С.Д.

ВСП «Мелітопольський коледж Таврійського державного агротехнологічного університету»

93

Робота присвячена питанню економії електричної енергії на насосних станціях зрошення.



ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗМІННОГО СТРУМУ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРОМОДУЛЮ

Кучеренко Д.В., Ковальов О.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У публікації обґрунтовано структуру електроприводу з системою автоматичного керування електродвигуном приводу ґрунтообробного агро модуля.

95



ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ: МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ТА АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Костюк М.О., Помазан А.Г., Квітка О.С., Квітка С.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

99

Розглянуто перетворювачі частоти електроприводів змінного струму, методи керування та апаратну реалізацію.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АПК



АВТОМАТИЗАЦІЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Артюх А.П., Постнікова М.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведений аналіз існуючих витратомірів зерна для зерноочисних машин, що дає можливість контролювати продуктивність машини і підбирати раціональний режим завантаження.

104



АНАЛІЗ РОЗРАХУНКІВ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИХ ОСЬОВИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ У СВИНАРНИКАХ

Шейко Д.О., Чумаченко С.О., Гузенко В.В.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.П.Василенка

107

В статті розглянуті способи регулювання частотою обертання електропривода осьового вентилятора та встановлено, що використання регульованого електропривода з частотним перетворювачем дозволить підвищити енергетичні показники з подальшим економічним ефектом.



ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ПАСТЕРИЗАТОРА МОЛОКА

Цуканов Д.А., Шустов Р.В., Богатирьов Ю.О.

Прибрежненський аграрний коледж

Таврійський державний агротехнологічний університет

111

Приведено обґрунтування методу і режиму пастеризації молока за допомогою гідродинамічного нагрівача. Показані основні переваги таких установок, приведено схему і принцип дії гідродинамічного пастеризатора, обґрунтовані основні характеристики.



ДІАГНОСТУВАННЯ НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Ващенко С.Т., Темников В.С., Попова І.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

114

Робота присвячена розробці пристрою діагностування неповнофазних режимів роботи групи асинхронних електродвигунів, який дозволить підвищити експлуатаційну надійність електродвигунів.



ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ПЛАВНОГО ПУСКУ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН МОМЕНТ ОПОРУ ЯКИХ НЕ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ПРОГРАМОЮ ЕСО 8

Бибченко Я.О., Гузенко В.В.

117

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка
Проведено аналіз по підвищенню ефективності роботи електропривода з моментом, який не залежить від швидкості обертання вала двигуна. Приділена особлива увага системам плавного пуску шнекового транспортера в сільському господарстві та розроблена методика прийняття рішень для їх покращення.



МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТОМАТНОГО СОКУ

122

ПІХТАРЬ О.В., КУЗНЕЦОВА О.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена аналізу методів визначення якісних показників томатного соку для впровадження методу контролю в технологічному потоці виробництва.



ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ПРИВОДУ МАЛОГАБАРИТНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ

126

Осіпов Д.І., Ковальов О.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У публікації обґрунтовано структуру та розроблено схему керування електродвигуном приводу електрифікованого малогабаритного ґрунтообробного мотоблока.



ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИМ ДОЗУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

129

Чаусов О.Е., Сорока С.М., Діордієв В.Т., Кашкар'єв А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті за технологічними схемами поширених малогабаритних комбікормових установок проаналізовано багатокомпонентне дозування. Обґрунтовано принцип дозування та будова автоматичної системи керування технологічним процесом.



ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СОИ

134

Гоц О.М., Кузнецов И.О., Гулевский В.Б.

Таврический государственный агротехнологический университет

Рассмотрен скрыт механизм первичной послеуборочной обработки сои и описаны условия, которые обеспечивают рациональное использование материальных ресурсов.



РЕГИСТРАТОР АНАЛОГОВЫХ ДАННЫХ

137

ВЕРЕЩАГИН Д.В., КИЗИМ И.В.

Таврический государственный агротехнологический университет

В статье рассмотрена конструкция и принцип действия регистратора аналоговых сигналов, который может осуществлять сбор и накопление данных с возможностью изменения интервала выборок сигнала в широком диапазоне.



РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КУТЕРА Л23-ФКВ-0,3

139

Малицька О.М., Вужицький А.В., Куценко Ю.М.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено систему керування електроприводу кутера Л23-ФКВ-0,3 з використанням сучасних пристроїв автоматизації та керування. Для приводу ножового валу та валу перемішувача використаємо електродвигуни з частотним регулюванням. Для автоматизації управління технологічним процесом використаємо два програмуючих реле, та двоканальний вимірювач.



СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ФОТОПАНЕЛІ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІ ЗА СОНЦЕМ

142

ВЕРЕЩАГИН Д.В., ЖАРКОВ В.Я.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведено аналіз фотопанелей та схеми їх підключення, запропонована система автоматичного стеження збільшує ефективність роботи побутової ФЕС.



ЦИФРОВИЙ ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

147

Воробийов О.П., Гончарова Н.В., Нестерчук Д.М.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Матеріал статті присвячений обґрунтуванню структури та розробці схеми електричної принципової цифрового пристрою контролю та регулювання температури технологічних середовищ.

ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ І НЕТРАДИЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ 152



ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДИСТИЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ОПАЛЕННІ ТЕПЛИЦІ

153

Москаленко М.О., Євтушенко Д.С., Попова І.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена розробці теплообмінного пристрою, який дозволить використати теплову енергію дистильатора при опаленні теплиці.



ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ВИРОБІВ

156

Генсицький М.В., Вороновський І.Б.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розглянуто варіанти переробки та утилізації мобільних телефонів



ВТОРИЧНА ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ: ПРЕВРАЩЕНИЕ МУСОРА В ИСКУССТВО

160

Левада Т. В., Вороновский И.Б.

Таврический государственный агротехнологический университет

Рассматривается вторичное использование бытовых отходов в современной искусстве, а также примеры уже известных треш-художников.



ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИСТРОЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

163

Пешков М.О., Лисенко О. В., Адамова С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведено аналіз впровадження екологічно чистих енергозберігаючих технологій та пристроїв для підвищення продуктивності та якості сільськогосподарських біологічних об'єктів, а саме переробка тваринницького посліду в різні види енергії.



ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДДАЛЕНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА СТРАТЕГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАГАЛЬНИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДВИГУНА СТІРЛІНГА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОПАЛИВА

168

Калінін П.П., Стручаєв М.І.

Таврійський державний агротехнологічний університет

На основі аналізу енергетичної забезпеченості віддалених сільських районів обґрунтовано використання двигуна Стірлінга, розглянуто його принцип дії та типи конструкцій. Запропоновані технічні рішення використання двигуна за рахунок раціонального використання біопалива.

- ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КОТЕЛЕНЬ НА СОЛОМІ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ** **173**

 БАСОК Д.С., ЖАРКОВ В.Я.
 Таврійський державний агротехнологічний університет
 У статті обґрунтовано використання котелень на соломі через порівняння витрат на опалення різного виду палива.
- ОСВІТЛЕННЯ ПЕРЕХРЕСТЬ ДОРОГИ ВІД ВЕТРИКАЛЬНООСЬОВИХ ВІТРОУСТАНОВОК** **176**

 КАРЕТНИК В.В., ЖАРКОВ В.Я.
 Таврійський державний агротехнологічний університет
 У статті досліджуються ДТП при поганій освітленості дороги. Для освітлення окремих ділянок дороги, віддалених від мереж централізованого електропостачання запропоновано використовувати запатентовані в ТДАТУ вертикальноосьові ВЕУ, установлені вздовж дороги.
- ПЕРЕРАБОТКА ЛИСТЬЕВ В ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО** **180**

 КУБРАК А.А., ВОРОНОВСКИЙ И.Б.
 Таврический государственный агротехнологический университет
 Рассматриваются вопросы переработки биологического сырья (листьев) в твердое топливо.
- ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ-ГЕС В ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ** **184**

 Пилипенко О.С., Даус Ю.В.
 Запорізький національний технічний університет
 Проаналізовано існуючі типи міні - гідроелектростанцій, схеми їх будівництва, типи гідротурбін щодо доцільності застосування МГЕС виходячи з гідроенергетичного потенціалу та характеристик малих річок Запорізької області.
- ПЛОСКИЙ СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР ДЛЯ ВЛАСНОЇ КВАРТИРИ** **188**

 КАЛІНІН П.П., ЯРОШЕНКО О.С., ЖАРКОВ В.Я.
 Таврійський державний агротехнологічний університет
 У статті приведений аналіз пристроїв використання сонячної енергії для гарячого водопостачання. Приведені конструкції плоских сонячних колекторів. Розроблена конструкція плоского СК для ГВП квартири в багатоповерховому будинку.
- ПРИМЕНЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МАГНИТОВ В ВЕТРОГЕНЕРАТОРАХ** **193**

 ШАФЕРОВА С.А., КУРАШКИН С.Ф.
 Таврический государственный агротехнологический университет
 Рассмотрена возможность применения неодимовых магнитов при конструировании генераторов маломощных ветроустановок
- ПРОБЛЕМИ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ** **196**

 САВЧЕНКО О.О., ВОРОНОВСЬКИЙ І.Б.
 Таврійський державний агротехнічний університет
 У статті розглядається вирішення проблем ядерної енергетики України
- РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ** **199**

 БЕРЕГОВИЙ О.С., ВОРОНОВСЬКИЙ І.Б.
 Таврійський державний агротехнічний університет
 У статті розглядаються питання розвитку альтернативних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики України.



РОЗРОБКА ПРИСАДИБНОЇ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКИ

202

Чорненький В.А., Лучанинов В.Ю., Жарков В. Я.
Семенівська загальноосвітня школа
Таврійський державний агротехнологічний університет

Удосконалена присадибна вітроенергоустановка для комбінованого виробництва теплової і електричної енергії з використанням індукційного водонагрівача та синхронного генератора на неодимових магнітах.



СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

205

Ломиш В.В., Шевченко В.С., Жарков В.Я.
Загально-освітня школа №4
Таврійський державний агротехнологічний університет

Розроблена раніше схема економного керування вуличним освітленням СНП доповнена автономним світильником з датчиком руху, установленими на опорі в місцях можливого зосередження мешканців села, наприклад на автобусних зупинках, в темну пору



СОНЯЧНІ ВАКУУМНІ КОЛЕКТОРИ НА ДАХАХ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ У М. МЕЛІТОПОЛЬ

209

Рудевич Д.В., Супрун В.Ю., Левченко О.О., Жарков В.Я., Никифорова Л.Є.
Таврійський державний агротехнологічний університет

Проаналізовано роботу сонячних вакуумних колекторів та початковий досвід їх експлуатації в бюджетних установах міста



СОНЯЧНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ОСНОВІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

213

Шляпіна О.В., Рудов Д.Ю., Кашкар'єв А.О.
Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розглянуті проблеми експлуатації сонячних елементів та принцип дії термоелектричних перетворювачів. Наведені статичні характеристики модулів Пельть'є у генераторному режимі та режимі охолодження. Запропоновано конструкцію сонячної енергоустановки.



Енергозабезпечення в АПК

УДК 621.32

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СУХИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ В ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННІ

Щербакова О.І. (4 курс),
Лисенко О.В., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

В статті проаналізовано застосування нових сухих трансформаторів на понижувальних підстанціях і трансформаторних пунктів в сучасній розгалуженій мережі електропостачання нашої країни.

17

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в через зношення мереж порушується енергопостачання споживачів. При регламентованому терміні роботи трансформаторного обладнання 25 років реальний термін їх роботи становить, зазвичай понад 40 років. Надійність електропостачання визначається технічним рівнем трансформаторного обладнання. Очевидна необхідність планомірної заміни старого трансформаторного обладнання, технічного переозброєння й реконструкції мереж.

Останнім часом виробничі потужності підприємств переобладнують, замінюючи верстатний парк, застосовуючи нові енергозбережні технології, що вимагає, зазвичай, заміни систем енергопостачання цехів підприємства. Це й визначає потребу у нових трансформаторах напругою 3-10 кВ і потужністю до 1600 кВА. [1]

Аналіз останніх досліджень. Звичайне промислове використання трансформаторів характеризується досить тривалими навантаженнями протягом робочого дня з піками споживання. Втрати електроенергії в трансформаторі під навантаженням зростають пропорційно квадрату струму, а отже, не вигідно використовувати трансформатори з більшими перевантаженнями за струмом або при тривалих режимах, близьких до номінального. Отже, потрібні трансформатори із запасом потужності 20-25%. - у такому випадку скорочується кількість типорозмірів трансформаторів у мережах. Своєю чергою простіше організувати резервування живлення споживачів, обслуговування й ремонт трансформаторів. І, що особливо важливо при зростанні вартості електроенергії, знижуються експлуатаційні витрати.

Формування цілей статті. Метою статті є аналіз використання сухих трансформаторів в електропостачанні, їх переваги в порівнянні з масляними. [2]

Виклад основного матеріалу дослідження. На заводах СНД було налагоджене виробництво потужних двигунів і сухих трансформаторів технології "моноліт", що досить добре себе зарекомендувала за багаторічний період її використання.

Електроміцність обмоток сухих трансформаторів забезпечується відповідною ізоляцією проводів. Механічна міцність конструкції досягається завдяки використанню бандажних стрічок, що гарантують монолітність після просочення лаками й подальшим запіканням.

Лита обмотка дає можливість при тих же габаритах одержати трансформатори для використання в мережах з вищим рівнем напруги. У майбутньому трансформатори з такою технологією виготовлення можна буде успішно застосовувати при переході розподілу енергії на вищий клас напруги - 35 кВ.

На відміну від трансформаторів з рідким діелектриком або литою ізоляцією, у сухих трансформаторах з відкритою обмоткою, просочених у вакуумі поліестерними смолами, часткові розряди не виникають через малу масу й товщину ізоляції.

Ізоляційні властивості провідників обмотки зі склошовку або номексу й тверді ізоляційні матеріали у вигляді спеціальних пресованих профілів (які надають одночасно й механічну жорсткість конструкції) забезпечують ізоляційні властивості трансформатора. При використанні ізоляційних профілів і високоміцних ізоляторів з порцеляни у конструкції трансформатора формуються вертикальні й горизонтальні канали для охолодження обмоток. Завдяки конвекційним потокам повітря при охолодженні трансформатор стійкий до забруднень.

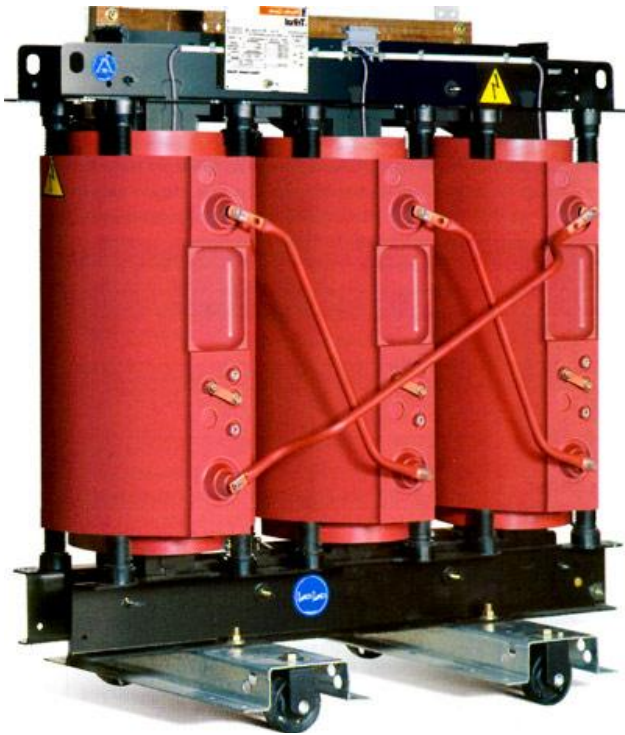


Рис. 1. Сухий трансформатор Dryformer.

Слабка чутливість ізоляції до впливу вологи й хімічна інертність використовуваних матеріалів дають можливість використовувати трансформатори у вологих умовах і з хімічно агресивною атмосферою. Використання високотемпературних ізоляційних матеріалів і ефективного конвекційного охолодження дають змогу трансформаторам із сухою ізоляцією працювати при вищій температурі, тому вони є меншими й легшими від трансформаторів з рідким діелектриком.

Сучасні сухі трансформатори забезпечують такий же рівень міцності ізоляції, як і трансформатори з рідким діелектриком, а за зручністю обслуговування й монтажу істотно їх перевершують. Переваги сухим трансформаторам дають нові ізоляційні матеріали, сучасні принципи конструювання й технології виготовлення.

Сухі трансформатори з відкритою обмоткою оптимальні для використання на атомних електростанціях і в підземних спорудах, де необхідна значна стійкість до вібрацій. Високий рівень безпеки дає змогу використовувати такі трансформатори з високою робочою температурою обмоток (клас Н 155 - 180 ОС) у місцях ризику, у тому числі в шахтах і вибухонебезпечних зонах.

Висновки. По-перше, використання сухих трансформаторів економічно вигідно. Зважаючи на їх високу пожежобезпечність трансформаторні пункти можна розміщувати максимально близько до споживачів електроенергії.

При цьому значно знижуються втрати при передачі електроенергії в мережах низької напруги. По-друге, з'являється унікальна можливість установки трансформаторів в районах з джерелами водопостачання і підвищеними екологічними вимогами, а також встановлювати їх в метрополітені, поряд з АЕС, і т.д. Крім того, немає необхідності в підямці для прийому масла і протипожежних засобах.

Це дозволяє розміщувати трансформатори на різних поверхах будівлі. Сухі трансформатори не вимагають трудомісткого технічного обслуговування: відпадає необхідність в таких роботах по технічному обслуговуванню, як герметизація, відновлення захисту баків від корозії, очищення масла.

Трансформатори з ізоляцією літьєвою смолою (геофоль) вимагають тільки повітря для охолодження. Немає необхідності контролювати рівень масла і очищати його. Сухі трансформатори справляються з короткочасними списками навантаження, наприклад, при пуску двигунів.

Література.

1. "Силовые трансформаторы. Справочная книга" Москва "Энергоиздат" 2004
2. "Расчет трансформаторов" П.М. Тихомиров. "Энергия" Москва 1976
3. Руководство по устройству электроустановок 2009. Технические решения "Шнейдер электрик"

УДК 631.371:621.3

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТВАРИННИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ З СИСТЕМОЮ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Дубина Ю.І. (4 курс),
Лисенко О.В., к.т.н, доцент,
Адамова С.В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті приведений аналіз одного із способів підвищення енергоефективності виробництва і розподілу електричної енергії шляхом впровадження установок компенсації реактивної потужності. Застосування даних установок дозволить знизити витрати на електроенергію, покращити її якість.

Постановка проблеми. Важливий показник електропостачання - надійність подачі електроенергії. З ростом електрифікації сільськогосподарського виробництва, особливо із створенням в сільському господарстві тваринницьких комплексів, будь-яке відключення, особливо аварійне, завдає величезної шкоди споживачеві і самій енергетичній системі.

Аналіз останніх досліджень. Компенсація реактивної потужності в даний час є важливим чинником, який дозволяє вирішити питання енергозбереження та зниження навантажень на електромережу. Практична користь від компенсації реактивної потужності - це зменшення навантаження на кабельні траси, тобто зниження небезпеки аварії і можливість використання кабелю меншого перетину, збільшення терміну служби трансформаторів, підвищення якості електроенергії для споживачів, зниження навантаження на комутаційні вузли, зниження витрат на електроенергію. Таким чином, питання компенсації реактивної потужності важливе для будь-якого підприємства, яке активно використовує електрообладнання в промислових процесах [1].

Мета статті. Аналіз удосконалення електрифікації тваринницького комплексу з установкою компенсації реактивної потужності, яка знизить витрати на електроенергію, покращить якість електроенергії.

Основні матеріали дослідження. В даний час для компенсації реактивної потужності широке застосування отримали конденсаторні установки, що володіють рядом переваг перед іншими пристроями компенсації реактивної потужності:

- малі втрати активної потужності;
- відсутність обертових частин, схильних до механічного зносу;
- невисокі капіталовкладення і витрати при експлуатації;
- відсутність шуму під час роботи;
- простота в монтажі і експлуатації.

Основним параметром установки при її виборі є реактивна потужність споживана установкою з мережі - $Q_{уст}$, вимірювана в кіловольт - амперах реактивних (кВАр) [2]. Розраховується за формулою:

$$Q_{уст} = P_a \cdot K \tag{1}$$

де P_a - активна потужність навантаження, кВт;
 K - поправочний коефіцієнт.

Правильна компенсація реактивної потужності дозволяє:

- знизити загальні витрати на електроенергію;
- зменшити навантаження елементів розподільчої мережі, тим самим продовжуючи їх термін служби;
- придушити мережеві перешкоди, знизити несиметрію фаз;

- домогтися більшої надійності і економічності розподільчих мереж.

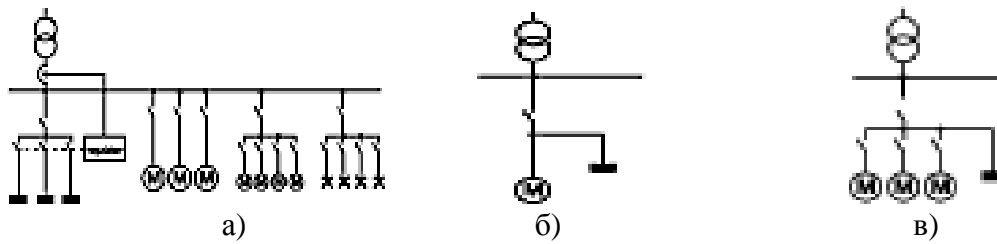


Рис. 1. Установки компенсації реактивної потужності:
 а) централізована; б) індивідуальна; в) групова.

В залежності від підключення конденсаторної установки можливі наступні види компенсації:

- Індивідуальна або постійна компенсація, при якій індуктивна реактивна потужність компенсується безпосередньо в місці її виникнення, що веде до розвантаження підвідних проводів (для окремих, що працюють в тривалому режимі споживачів з постійною або відносно великою потужністю - асинхронні двигуни, трансформатори, зварювальні апарати, розрядні лампи та т.д.).
- Групова компенсація, в якій аналогічно індивідуальній компенсації для декількох одночасно працюючих індуктивних споживачів підключається загальний постійний конденсатор (для електродвигунів, що знаходяться поблизу один від одного, груп розрядних ламп). Тут також розвантажується підвідна лінія, але тільки до розподілу на окремих споживачів.
- Централізована компенсація, при якій певне число конденсаторів підключається до головної або групової розподільної шафи. Таку компенсацію застосовують, зазвичай, у великих електричних системах зі змінним навантаженням. Управління такою конденсаторною установкою виконує електронний регулятор - контролер, який постійно аналізує споживання реактивної потужності від мережі. Такі регулятори включають або відключають конденсатори, за допомогою яких компенсується миттєва реактивна потужність загального навантаження і, таким чином, зменшується сумарна потужність, споживана від мережі. Установка компенсації реактивної потужності складається з певного числа конденсаторних гілок, які у своїй будові підбираються виходячи з особливостей кожної конкретної електромережі та її споживачів реактивної потужності.

Слід зазначити, що зазвичай не рекомендується компенсувати реактивну потужність повністю (до $\cos(\varphi) = 1$), так як при цьому можлива перекомпенсація (за рахунок змінної величини активної потужності навантаження та інших випадкових факторів). Зазвичай намагаються досягти значення $\cos(\varphi) = 0,9 \dots 0,95$.

Висновки. Застосування конденсаторних установок дозволяє знизити споживаний з мережі струм (на 30-50% в залежності від діючого значення $\cos(\varphi)$), практично звести до нуля оплату за реактивну енергію, значно збільшити пропускну здатність розподільчої мережі і її надійність. Таким чином, ефективно «розвантажується» електромережа, що дозволяє знизити на 5-15% споживання активної енергії.

Список використаних джерел.

1. Лещинская Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская – М.: Колос, 2006. – 368 с.
2. Шеховцов В. П. Расчёт и проектирование схем электроснабжения: Методическое пособие для курсового проектирования / В. П. Шеховцов - М.: 2007. – 38 с.

УДК 621.32

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Домашенко Т.Є. *,
Панченко М.О. ** (4 курс)
Богатирьов Ю.О. **

* Прибрежненський аграрний коледж

** Таврійський державний агротехнологічний університет

Приведено аналіз сучасних апаратів захисту електричних мереж. Запропоновано умови та схеми використання запобіжників-вимикачів-роз'єднувачів в силових розподільчих мережах сільськогосподарського виробництва.

Постановка проблеми. Необхідність модернізації електротехнічного обладнання і силових розподільчих мереж є дуже актуальним завданням. Сучасні мережі багатьох об'єктів сільського господарства, в більшості випадків, побудовані за радіальною схемою, показаною на рис. 1 [1]. Як правило, вони містять в собі ввідний розподільчий щит (ВРЩ) А1 типу ПР11, ПР8501 та ін, в яких, в якості ввідного комутаційного апарата, знаходиться автоматичний вимикач на 250-400 А, а на фідерних лініях ВРЩ знаходяться в різних випадках від 3 до 10 автоматичних вимикачів з номіналам, що залежить від навантаження. До ввідного розподільчого щита А1 підключаються шафи керування (ШК), освітлювальні шафи (ОШ), розподільчі шафи (РШ) або безпосередньо силові струмоприймачі. На вході в ці шафи, як правило, знаходиться ввідний автоматичний вимикач. Шафи керування управляють струмоприймачами, які в залежності від їх виду (електродвигуни, електронагрівальні установки, освітлювальні лампи тощо) безпосередньо в лінії їх живлення захищаються від коротких замикань (електронагрівальні установки, освітлювальні лампи), або від короткого замикання (к.з.) та перевантажень (електродвигуни). Однак використання існуючих систем живлення силових розподільчих мереж, побудованих за такою схемою є економічно недоцільним насамперед з-за використання великої кількості дорогих автоматичних вимикачів.

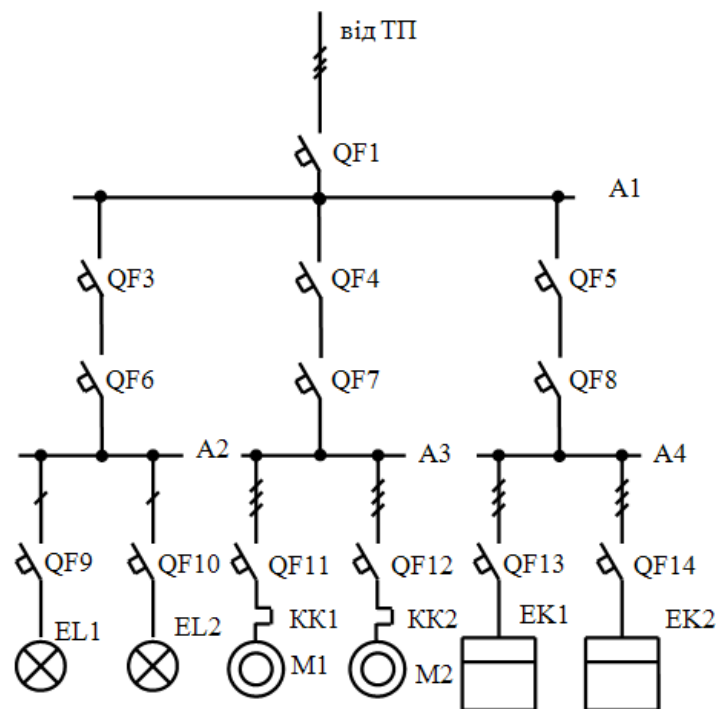


Рис. 1. Типова схема живлення силової розподільчої мережі сільськогосподарського об'єкта

Аналіз останніх досліджень. В останній час у спеціалізованій літературі, Internet, все частіше з'являються статті, що аналізують стан вітчизняного ринку низьковольтних комплектних пристроїв і низьковольтної апаратури, оскільки від якості і надійності цих пристроїв залежить, в кінці кінців, робота електроустаткування і безпека обслуговуючого персоналу [2]. Ринок електротехнічного і енергетичного устаткування останніми роками значно розширився і в першу чергу за рахунок імпортного устаткування. Не секрет, що якість такого устаткування перевищує якість вітчизняного, але вартісні показники значно вищі. Це часто є визначальним при прийнятті рішення. Проте, не завжди застосування сучасного устаткування веде до подорожчання низьковольтних комплектних пристроїв.

Мета статті. Існуючі силові мережі не задовольняють вимогам безпеки, мають низькі захисні характеристики та складаються з застарілого електротехнічного обладнання, тому виникає необхідність визначити раціональні схеми живлення силових розподільчих мереж сільгоспоб'єктів, що реалізовані шляхом використання сучасної апаратури захисту.

Основні матеріали дослідження. При проектуванні силових розподільчих мереж сільгоспоб'єктів, треба використовувати комплексний підхід, застосовуючи переваги конкретного типу захисної апаратури в одному випадку, і зменшуючи недоліки в іншому. Аналізуючи існуючі схеми силових розподільчих мереж видно, що на ділянці від ВРЩ до силових струмоприймачів вірогідність появи різних аварійних випадків – перевантаження, короткого замикання різна і залежить від ділянки на якій вона виникла. Так найбільш поширені аварійні ситуації – перевантаження виникають безпосередньо в силовому електрообладнанні. За умовою селективності в таких випадках повинен спрацювати найближчий апарат захисту – теплове струмове реле, або автоматичний вимикач з комбінованим розчіплювачем. Тому використання апаратів захисту з тепловими розчіплювачами на ділянках від ТП до шафи А1, від А1 до шафи А2 при умові виконання умов селективності є недоцільним, тому що це обладнання не буде спрацювати при перевантаженні. На ділянці від шафи А1 до шаф А2...А4 можливе виникнення однофазних чи трифазних струмів к.з.. Автоматичні вимикачі QF3... QF5 спрацюють тільки коли к.з відбудеться на ділянці від ввідної розподільчої шафи А1 до ввідних автоматичних вимикачів QF6... QF8. Вірогідність цієї аварійної ситуації на порядок менша ніж вірогідність к.з на ділянці від шаф А2...А4 до відповідних струмоприймачів. Суттєва перевага автоматичних вимикачів, які використовуються для цих цілей в існуючих силових розподільчих мережах – можливість оперативного ввімкнення після аварійної ситуації в цьому випадку не має великого практичного значення, тому наприклад використання для таких цілей запобіжників є більш раціональним. Суттєва перевага запобіжників в порівнянні з автоматичними вимикачами є їх струмообмежуюча властивість, так як при к.з плавка вставки запобіжника відбувається одночасно на декількох ділянках поділяючи електричну дугу і таким чином підвищуючи опір в електричному колі «фаза-нейтраль» і обмежуючи струм к.з. При цьому в момент к.з. не відбувається вибросу електричної дуги за межі захисного апарата, як це можливе при використанні автоматичних вимикачів.

В якості ввідного комутаційного апарата в шафі А1 використання автоматичного вимикача теж є не завжди доцільним. Якщо взяти найбільш поширені автоматичні вимикачі виробництва ВАТ «ДЗНВА», ЗАТ «Контактор», то ціна цих апаратів для струмів 250-400А буде на рівні 100...150 євро. Але й використання на вводі рубильників теж не є оправданим тому, що захисні характеристики ВРЩ суттєво знижуються, насамперед з-за неможливості вимикання силової шафи під навантаженням, а тим більш при проходженні струмів к.з.

В останній час відомі електротехнічні концерни такі як АВВ, ОЕЗ, Jean Mueller, Ferraz, а також деякі заводи країн СНГ – Коренівський завод НВА, Апатор-електро почали випускати достатньо новий вид НВА – запобіжник-вимикач-роз'єднувач (ЗВР) [3,4].

Данні апарати (рис. 2) суміщають в собі функції запобіжників і вимикачів одночасно, виконані конструктивно в одному корпусі. Це дозволяє комутувати силові кола під навантаженням і в аварійних випадках, тому що вони оснащені дугогасильними камерами, а також захищати силові кола від струмів к.з. і перевантажень, за рахунок використання плавких вставок. Плавкі вставки, що використовуються в ЗВР типу ППН Коренівського заводу НВА. Виброс дуги при к.з. відсутній, тому вони більш пожежобезпечні в порівнянні з автоматичними-

ми вимикачами. Вартість ЗВР в порівнянні аналогічними автоматичними вимикачами на 30-40% менша.



Рис. 2. ЗВР виробництва Jean Mueller (а) та Апатер-електро (б)

Але сама більша перевага в порівнянні з автоматичним вимикачем є наявність видимого розриву електричного кола, що суттєво підвищує безпеку при експлуатації і обслуговуванні низьковольтних комплектних пристроїв. Наслідки відсутності можливості контролювати справність автоматичних вимикачів можуть бути дуже серйозними, що б брати до уваги незручності, зв'язані з використанням плавких вставок. Тому для модернізації існуючих силових розподільчих мереж більш обґрунтовано використання ВРЩ за схемою показаною на рис. 3.

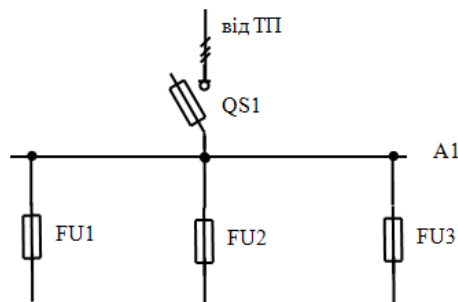


Рис. 3. Схема ВРЩ з використанням ЗВР та запобіжників

Вартість ВРЩ на основі ЗВР та запобіжників в порівнянні з ВРЩ з автоматичними вимикачами на 35-45% менша.

Висновок. Захист силових розподільчих мереж за допомогою апаратів типу запобіжник-вимикач-роз'єднувач дозволить значно підвищити безпеку при експлуатації і обслуговуванні низьковольтних комплектних пристроїв, підвищити захисні характеристики мережі за рахунок струмообмежуючих властивостей плавких вставок, що використовуються в апаратах даного типу.

Список використаних джерел

1. Проектирование систем автоматизации технологических процессов : справочное пособие / А.С. Клюев, Б.В. Глазов, А. А. Клюев; под ред. А.С. Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ielectro.com.ua/article.htm>- Назва з екрану.
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.apator.ru/nka_pvr.shtml. - Название с экрана.
4. Аппараты Jean Mueller в проектах компании Инжэлектромкомплект // Новости электротехники. – 2007. - №4(46). - С. 12-14.

УДК 628.977.2

ВПЛИВ ЗАМІНИ ЛАМП РОЗЖАРЮВАННЯ НА ЕНЕРГОЕКОНОМІЧНІ У ДЕЯКИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ НАШОГО МІСТА

Коваленко І.В., 2 курс,
Піхтарь О.В., 3 курс,
Жарков В.Я., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті досліджується заміна ламп розжарювання на енергоекономічні у трьох навчальних закладах протягом жовтня – грудня 2011р. та 2012р. та вплив цього процесу на споживання електроенергії і на викиди парникових газів

24

Постановка проблеми. На даний момент у світі багато електроенергії витрачається на штучне освітлення. Існує багато способів зменшення споживання електричної енергії. Але одним з найдоступніших являється заміна ламп розжарювання (ЛР) на енергоекономічні, зокрема, на компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ), які споживають у п'ять разів менше електроенергії. Це призведе до зменшення використання паливних ресурсів, зменшення викидів парникових газів у повітря та зменшення фінансових витрат на споживання електроенергії.

Аналіз останніх досліджень. Не дивлячись на те, що ряд країн законодавчо відмовилися від використання жарівок, в Україні вони поки що не завоювали ринку [1-3]. Крім відносно високої ціни на впровадження КЛЛ негативно впливає необхідність їхньої утилізації. Так проблема заміни ЛР на КЛЛ із чисто економічної стає ще й екологічною.

Мета статті. Дослідити заміну ламп розжарювання на енергоекономічні та розрахувати кількість зекономленої електроенергії, кількість зекономлених грошей та кількість парникових газів, які не потрапили в атмосферу.

Основні матеріали дослідження. Основними матеріалами дослідження являють дані по використанню електричної енергії трьома навчальними закладами та дані про кількість ламп розжарювання та енергоекономічних ламп протягом жовтня - грудня 2011р. та 2012р.

Проведені дослідження щодо заміни ламп розжарювання на енергоекономічні для трьох навчальних закладів: гімназії №19, ЗОШ № 20 та ЗОШ № 22. Для дослідження ми взяли дані за: жовтень, листопад, грудень 2011 року та порівняли їх з даними 2012 року (табл. 1).

Таблиця 1 – Споживання електроенергії за жовтень-грудень по трьом школам, кВт·год.

Місяці	Гімназія №19			ЗОШ №20			ЗОШ №22		
	2011р.	2012р.	Відхилення	2011р.	2012р.	Відхилення	2011р.	2012р.	Відхилення
Жовтень	2284	708	- 1576	2564	1699	- 865	4842	3626	- 1216
Листопад	2864	848	- 2016	3267	2422	- 845	6064	5160	- 904
Грудень	2898	760	- 2138	3989	3074	- 915	6041	5253	- 788
Всього	9034	2950	- 6084	9820	7195	- 2625	16947	14039	- 2098

Протягом цього періоду в кожній зі шкіл проводилась заміна ламп розжарювання на енергоекономічні. У гімназії №19 заміна відбувалась швидше і кількість енергозберігаючих ламп збільшилась з 157 до 294 штук, а кількість ламп розжарювання скоротилась зі 160 до 84 штук. Тому найбільшу різницю ми отримали в цьому навчальному закладі, а саме 6084 кВт·год. У ЗОШ № 20 ламп розжарювання було 466 і їх кількість скоротилась до 384 штук, замість них було встановлено 82 енергозберігаючі лампи. За розглянутий період це знизило використання електроенергії на 2625 кВт·год. У ЗОШ № 22 у 2011р. нараховувалось 400 ламп розжарювання та 33 енергозберігаючі лампи, а вже в 2012р. кількість ламп розжарювання скоротилась до 338, а кількість енергозберігаючих ламп збільшилась до 95. Ця заміна призвела до скорочення споживання електроенергії на 2098 кВт·год. Всього по трьом навчальним закладам споживання електроенергії зменшилось на 10807 кВт·год.

Враховуючи тариф на електроенергію 1,136 грн ми можемо розрахувати скільки коштів зекономили школи протягом досліджуваних періодів за формулою (1). Ця економія склала 12276,75 грн.

$$C = W \times C_0, \quad (1)$$

де C – вартість спожитої електроенергії;
 W – кількість спожитої електроенергії;
 C_0 – тариф на електроенергію.

Нами запропонована формула визначення окупності додаткових витрат на купівлю однієї КЛЛ [2]

$$T = \frac{\ddot{O}_{\text{КЛЛ}} - \ddot{O}_{\text{ЛР}}}{0,8 \cdot P_{\text{ЛР}} \cdot \tilde{N}_i}, \quad (2)$$

де $\ddot{O}_{\text{КЛЛ}}$ – ціна 1 КЛЛ 35 грн.;
 $\ddot{O}_{\text{ЛР}}$ – ціна 1 ЛР, 2,50 грн.;
 $P_{\text{ЛР}}$ – потужність 1 ЛР, 0,15 кВт;
 C_0 – тариф на електроенергію, 1,136 грн/кВт.год

Тоді термін окупності однієї КЛЛ потужністю 30 Вт (150/5) вартістю 35 грн. складе

$$T = \frac{35 - 2,50}{0,8 \cdot 0,15 \cdot 1,136} = 238 \text{ годин}$$

Отже, вартість лапи окупиться за 238 годин. А з підвищенням тарифу на електроенергію, цей процес буде проходити швидше.

Головною проблемою енергозберігаючих ламп можна вважати утилізацію пошкоджених ламп. Люмінесцентна лампа - це скляна трубка з електродами, наповнена інертним газом і парами ртуті. Ці пари становлять небезпеку для здоров'я, тому теоретично позбавлятися від таких ламп потрібно на спеціальних пунктах. Цю проблему необхідно вирішувати на державному рівні. Членами МАН була запропонована технологія по ремонту енергозберігаючих ламп [1,3]. Завдяки ремонту, лампи прослужать ще довгий період. Звичайно, їх вигляд буде вже не той, але ці лампи можуть працювати у підсобних приміщеннях, комірчинах. Цим ремонтом ми не вирішимо проблему утилізації, але зекономимо кошти на купівлю нових ламп та хоч маленьку краплину внесемо в покращення екології.

Також ми можемо розрахувати скільки викидів парникових газів зменшилось за цей період. Відомо, що при виробництві 1 кВт.год електроенергії в атмосферу викидається 1 кг вуглекислого газу. Тобто, за три місяці викиди парникових газів зменшились на 10т.

Висновок. Протягом досліджуваного періоду, а саме: жовтень, листопад та грудень 2011р. та 2012р. у трьох навчальних закладах міста було замінено близько 300 ламп розжарювання на енергоекономічні. Це призвело до зменшення споживання електроенергії на 10807 кВт.год. Економія коштів становить 12276,75 грн., а скорочення викидів парникових газів - на 10т.

Список використаних джерел

1. Коваленко І.В. Обґрунтування заміни ламп розжарювання на енергозберігаючі лампи для освітлення школи / І.В. Коваленко, А.О. Ординський, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції аспірантів і студентів. - Мелітополь: ТДАТУ, 2010. - Вип. 9, т.2.- С. 27-28.
2. Коваленко І. В. Ефективність впровадження енергозберігаючих ламп / І. В. Коваленко, Р.Е. Багдасарова, В.Я. Жарков // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів.- Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип.10, т.2. - С. 61-62.
3. Коваленко І.В. Обґрунтування заміни ламп розжарювання на енергоекономічні для освітлення навчального закладу/ І.В Коваленко, А.І. Кащєєва, В.Я. Жарков // Матеріали наук.-техн. конференції студентів та магістрантів. - Мелітополь: ТДАТУ, 2012.- Вип. XI, т.2. - С. 28-32.

УДК 621.313.333.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОДАТКОВОГО ТЕПЛООВОГО ЗНОШЕННЯ РЕСУРСУ ІЗОЛЯЦІЇ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА З КОРОТКОЗАМКНЕНИМ РОТОРОМ У ПЕРІОД ПІСЛЯ ПУСКУ

Стребков О. А. (магістр, 2 курс),

Овчаров В.В., д.т.н., професор

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Проведені аналітичні дослідження додаткового теплового зношення ресурсу ізоляції асинхронного електродвигуна в післяпусковий період в умовах порівняльної потужності.*

26

Постановка проблеми. В умовах агропромислового комплексу через сумісне живлення побутового та виробничого навантаження, великої протяжності ліній електропередачі часто виникають випадки, коли асинхронні електродвигуни приводу робочих машин сільськогосподарського виробництва опиняються в умовах порівняльної потужності.

Ці умови, характеризуються, перед усім, значним зниженням напруги при пуску, що може привести до тривалих або нездійснених пусків. Крім того, часто спостерігається асиметрія прикладеної напруги, що ще більше ускладнює пускові режими. Тому дослідження електромеханічних і теплових процесів при пуску асинхронних двигунів привода робочих машин основних класів при зниженій напрузі та при її асиметрії представляє як теоретичний, так і практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень. В роботах в основному досліджені теплові перехідні електромеханічні процеси як при номінальній напрузі, так і при зниженій [1]. Однак практично відсутні дослідження додаткового теплового зношення ресурсу ізоляції в післяпусковий період.

Мета статті. Метою статті є дослідження теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна в післяпусковий період в умовах порівняльної потужності.

Основні матеріали дослідження. Тепловий перехідний процес при пуску асинхронного електродвигуна скороминучий, тому з достатнім ступенем точності можемо прийняти, що він протікає адиабатично.

Запишемо рівняння теплового балансу для обмотки статора:

$$Cd\tau = P_0(1 + \alpha\tau)dt, \quad (1)$$

де C – теплоємність обмотки, Дж/°С;

P_0 – втрати активної потужності в обмотці статора при температурі навколишнього середовища, Вт;

α – температурний коефіцієнт опору матеріалу провідника обмотки, 1/°С;

τ – перевищення температури обмотки над температурою навколишнього середовища, °С;

t – поточний час, с.

В свою чергу теплоємність обмотки

$$C = c \cdot G_m, \quad (2)$$

де c – питома теплоємність міді, Дж/кг·°С;

G_m – маса обмотки електродвигуна, кг.

Перепишемо рівняння (1) в наступному вигляді:

$$T_n \frac{d\tau}{dt} - \tau - \frac{1}{\alpha} = 0, \quad (3)$$

$$T_n = \frac{C}{\alpha P_0}. \quad (4)$$

де

Розв'язавши рівняння (3), знаходимо вираз поточного перевищення температури обмотки над температурою навколишнього середовища:

$$\tau = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{\text{поч}} \right) e^{\frac{t}{T_n}} - \frac{1}{\alpha}, \quad (5)$$

Втрати активної потужності в обмотці при температурі навколишнього середовища:

$$P_0 = 3r_0 I_{II}^2, \quad (6)$$

де r_0 – активний опір фази обмотки статора при температурі навколишнього середовища, Ом;

I_{II} – діюче значення сили пускового електричного струму, що протікає по обмотці статора, А.

Активний опір фази обмотки статора при температурі навколишнього середовища:

$$r_0 = r_{20} (1 + \alpha (\vartheta_{cp} - 20)), \quad (7)$$

де r_{20} – активний опір фази обмотки статора при температурі 20 °С;

ϑ_{cp} – температура навколишнього середовища, °С.

Підставимо (6) в (4) та отримаємо:

$$T_n = \frac{C}{3\alpha r_0 I_{II}^2} \quad (8)$$

Діюче значення пускового струму електродвигуна:

$$I_{II} = \frac{k_u \cdot U}{z'}, \quad (9)$$

$$z' = \sqrt{(R_1' + R_2'' / s)^2 + (X_1' + X_2'')^2}. \quad (10)$$

Лінеаризація механічної характеристики асинхронного електродвигуна, вважаємо що його розгін складається з трьох ділянок: від 0 до ω_M , від ω_M до ω_K та від ω_K до ω_H . Відповідно час розгону на цих ділянках t_1, t_2, t_3 . [2]

Знайдемо максимальне перевищення температури обмотки в кінці будь-якої з трьох ділянок розгону електродвигуна:

$$\tau_m = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{\text{поч}} \right) e^{\frac{3\alpha r_0 I_{II}^2 t_{II}}{C}} - \frac{1}{\alpha}, \quad (11)$$

де τ_m – максимальне перевищення температури обмотки статора над температурою навколишнього середовища, °С;

t_{II} – час розгону електродвигуна на ділянці [2], с.

Відповідно до [1] позначимо величину $I_{II}^2 t_{II}$ буквою Π і назвемо імпульсом квадрату діючого значення пускового струму, тобто

$$\Pi = I_{II}^2 t_{II}. \quad (12)$$

З урахуванням того, що діюче значення сили пускового струму асинхронного електродвигуна є функція часу, то більш точно імпульс квадрату пускового струму запишемо наступним чином:

$$\Pi = \int_0^{t_{II}} I_{II}^2 dt \quad (13)$$

Тоді рівняння (11) запишеться наступним чином:

$$\tau_m = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{\text{поч}} \right) e^{\frac{3\alpha r_0 \Pi}{C}} - \frac{1}{\alpha}. \quad (14)$$

Максимальне перевищення температури обмотки статора в кінці першої ділянки розгону електродвигуна

$$\tau_{m1} = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{noch} \right) e^{\frac{3\alpha r_0 I_{I1}}{C}} - \frac{1}{\alpha}, \quad (15)$$

Імпульс квадрату діючого значення пускового електричного струму на першій ділянці

$$P_1 = \int_0^{t_1} I_{II1}^2 dt \approx \frac{I_{n0}^2 + I_{n1}^2}{2} t_1, \quad (16)$$

де I_{II0} – діюче значення пускового електричного струму на початку пуску, А;

I_{II1} – діюче значення пускового електричного струму в кінці першої ділянки, А;

t_1 – час розгону електродвигуна на першій ділянці [2], с.

Діюче значення пускового електричного струму на першій ділянці у часі визначаємо за (9 – 10).

Максимальне перевищення температури обмотки статора в кінці другої ділянки розгону електродвигуна

$$\tau_{m2} = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{m1} \right) e^{\frac{3\alpha r_0 I_{I2}}{C}} - \frac{1}{\alpha}, \quad (17)$$

Імпульс квадрату діючого значення пускового електричного струму на другій ділянці

$$P_2 = \int_0^{t_1} I_{II2}^2 dt \approx \frac{I_{n1}^2 + I_{n2}^2}{2} t_2, \quad (18)$$

де I_{II2} – діюче значення пускового електричного струму в кінці другої ділянки, А;

t_2 – час розгону електродвигуна на другій ділянці [2], с.

Діюче значення пускового електричного струму на другій ділянці у часі визначаємо за (9 – 10).

Максимальне перевищення температури обмотки статора в кінці третьої ділянки розгону електродвигуна

$$\tau_{m3} = \left(\frac{1}{\alpha} + \tau_{m2} \right) e^{\frac{3\alpha r_0 I_{I3}}{C}} - \frac{1}{\alpha}, \quad (19)$$

Імпульс квадрату діючого значення пускового електричного струму на третій ділянці

$$P_3 = \int_0^{t_1} I_{II3}^2 dt \approx \frac{I_{n2}^2 + I_{n3}^2}{2} t_3, \quad (20)$$

де I_{II3} – діюче значення пускового електричного струму в кінці третьої ділянки, А;

t_3 – час розгону електродвигуна на третій ділянці [2], с.

Діюче значення пускового електричного струму на третій ділянці у часі визначаємо за (9 – 10).

Враховуючи порівняльну швидкоплинність процесу нагріву обмотки при пуску, можна прийняти, що обмотка досягає максимального перевищення температури в момент часу $t=0$. В післяпусковий період охолодження обмотки до номінального значення швидкість зміни температури буде описуватись наступним виразом:

$$\tau = \tau_n \left(1 - e^{-\frac{t}{T}} \right) + \tau_m e^{-\frac{t}{T}}, \quad (21)$$

де τ – поточне перевищення температури обмотки, °С;

t – поточний час, с;

τ_n – номінальне перевищення температури обмотки, °С;

T – постійна часу нагріву електродвигуна, с;

τ_m – максимальне перевищення температури обмотки в кінці пуску, °С.

Швидкість теплового зношення ізоляції в післяпусковий період опишеться виразом:

$$\varepsilon = \varepsilon_n e^{B \left(\frac{1}{\Theta_n - \tau_n (1 - e^{-t/T}) + \tau_m e^{-t/T} + \vartheta_{cp} + 273} \right)}, \quad (22)$$

де ε – поточна швидкість теплового зношення ізоляції, бгод/год;

ε_n – номінальна швидкість теплового зношення ізоляції, бгод/год;

B – параметр, який характеризує клас ізоляції, К;

T – постійна часу нагріву електродвигуна, с;

Θ_n – абсолютна номінальна температура ізоляції, К;

ϑ_{cp} – температура навколишнього середовища, °С.

Додаткове теплове зношення ізоляції в післяпусковий період відбувається на інтервалі часу від нуля до $5T$ і може бути знайдено за виразом:

$$E_{дон} = \int_0^{5T} \varepsilon dt - 5T \varepsilon_n, \quad (23)$$

де ε – описано (22).

Кількісний аналіз проведемо на прикладі електродвигуна типорозміру 4A100S2Y3 з наступними каталожними даними:

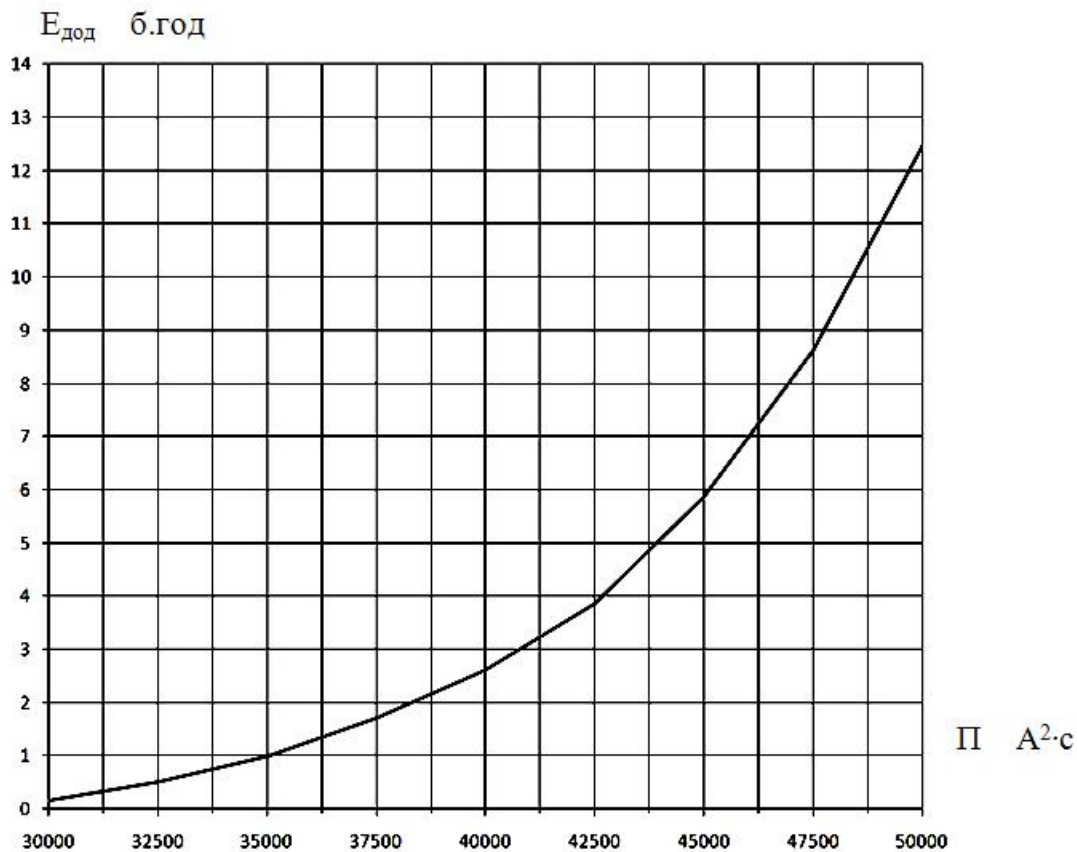
$P_{2H}=4$ кВт; $\eta_H=0,865$; $\cos\varphi_H=0,89$; $R_1=1,509$ Ом; $X_1=1,537$ Ом; $R_2=1,006$ Ом; $X_2=2,767$ Ом; $R_1=1,485$ Ом; $X_1=1,513$ Ом; $X_\mu=95$ Ом; $U_H=220$ В; $s_H=0,033$; $s_K=0,28$; $s_M=0,8$; $\mu_{пн}=2,0$;

$\mu_{мп}=1,6$; $\mu_{кп}=2,5$; $r_{1(20)}=1,19$ Ом; $G_M=3,78$ кг; $\frac{I}{M_n}=0,015$.

Як видно з (22) і (23), додаткове теплове зношення ізоляції обмотки $E_{дон}$ залежить від значень постійної часу нагріву електродвигуна T , максимального перевищення температури обмотки τ_m та температури навколишнього середовища, тобто:

$$E_{дон} = f(T, \tau_m, \vartheta_{cp}) \quad (24)$$

Залежність додаткового теплового зношення ізоляції асинхронного електродвигуна в післяпусковий період в функції імпульсу квадрату струму $E_{дон} = f(I)$ представлена на рисунку 1.

Рис. 1. Залежність $E_{\text{дод}} = f(\Pi)$ **Висновки.**

1. Отримана залежність дозволяє обрати уставку імпульсу квадрату пускового струму передбачуваного пристрою полегшення пускового режиму електродвигуна.
2. Дослідженням встановлено, що в післяпусковий режим відбувається значне додаткове теплове зношення ізоляції, якщо пуск електродвигуна затягується.
3. У якості параметру діагностування пускових режимів роботи електродвигуна в умовах порівняльної потужності прийнято імпульс квадрату пускового струму, якому відповідає величина допустимого додаткового теплового зношення ізоляції в післяпусковий період.

Список використаних джерел.

1. Овчаров В.В. Эксплуатационные режимы работы и непрерывная диагностика электрических машин в сельскохозяйственном производстве / Киев: Изд-во УСХ. 1990.-168 с. – ISBN 5-7987-0044-5.
2. Овчаров С.В. Аналитическое исследование расхода ресурса изоляции асинхронного электродвигателя в послепусковой период / Овчаров С.В., Стребков О.А. // Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип.12. Т. 2 – Мелітополь: ТДАТУ, $\text{А}^2 \cdot \text{с}$ - 243 с.

УДК 658.382: 621.314.2

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ПРАВИЛ БЕЗПЕКИ ТЕХНІЧНОГО ПЕРСОНАЛУ НА ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЯХ

Лашенко А.В,
 Шилов В.В,
 Тарасюк Д.О. (4 курс),
 Савченко П.І., д.т.н., професор,
 Гузенко В.В., асистент

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

В статті обґрунтовані питання ефективності дотримання правил безпеки при експлуатації електроустановок. Проведений аналіз існуючих видів захисту технічного персоналу при роботі із сухими трансформаторами, та розглянуті питання по підвищенню вимог до правил безпеки.

Постановка проблеми. У сучасному міському та сільському господарстві пріоритетним напрямком є розвиток енергетичного комплексу [1]. Серед різноманітного електротехнічного обладнання, що використовується для передачі та розподілу енергії, одну з ключових ролей грають силові трансформатори. Важливим моментом в комплексі заходів, спрямованих на вдосконалення умов праці є заходи з охорони праці. Цим питанням з кожним роком приділяється все більше уваги, тому що турбота про здоров'я людини стала не тільки справою державної ваги, але й елементом конкуренції роботодавців у питанні залучення кадрів.

Саме, швидкий розвиток науково-технічного прогресу і підвищення норми безпеки при експлуатації високовольтного обладнання, все це спонукало до розробки введення в експлуатацію сухих трансформаторів.

Це дає підставу вважати, що напрямком теми дослідження є на сьогоднішній день актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Сухий трансформатор – це трансформатор, в якому основним ізолюючим і охолоджуючим середовищем є атмосферне повітря. Розрізняють сухі трансформатори: загального призначення напругою 6-10/0, 4 кВ, з литою ізоляцією 6кВ і 10 кВ, для власних потреб електростанцій, для атомних електростанцій 6кВ і 10 кВ, для напівпровідникових перетворювачів 6 і 10 кВ, для заглиблених електронасосів.

Кліматичне виконання і категорія розміщення визначає розміщення сухих трансформаторів у районах з помірним кліматом і перепадом температур від -45°C до $+45^{\circ}\text{C}$.

Сухі трансформатори призначені для перетворення електричної енергії в електромережах трифазного змінного струму частотою 50 Гц. Встановлюються в промислових приміщеннях і громадських будівлях різних областей промисловості, сільського господарства, міського комунального господарства тощо, до яких висувають підвищені вимоги в частині пожежної безпеки, вибухозахищеності, екологічної чистоти.

Сухі трансформатори, схильні до різної хімічної та фізичної агресії, яка залежить від якості навколишнього середовища. Потенційними небезпеками є наступні:

- вологість;
- фізичні і хімічні забруднення;
- вітер.

Для сухих трансформаторів, які експлуатуються у межах міста з промисловими об'єктами або інтенсивним рухом транспорту, а також в незахищених від пилу зонах (за винятком близько розташованих до джерел пилу) слід дотримуватися наступних обмежень:

- відносна вологість повітря, не більше 90%;
- концентрація SO_2 , не більше $0,1 \text{ мг/м}^3$;
- концентрація NO_x , не більше $0,1 \text{ мг/м}^3$;
- концентрація пилу і піску, не більше $0,2 \text{ мг/м}^3$;
- концентрація морської солі, не більше $0,3 \text{ г/м}^3$;

Врахування даних обмежень зберігає розрахунковий термін служби дорогих трансформаторів, який становить десятки років.

В умовах експлуатації електричних мереж до трансформатора, як до основного елементу підстанції, висуваються жорсткі вимоги. Причому, як до його основним технічним характеристик, так і до екологічності застосовуваного устаткування. Завдяки високому рівню безпеки, у порівнянні з маслonaповненими обладнаннями, сухі трансформатори здобувають все більшу популярність і широке застосування у світі як системи розподілу енергії. Цей зростаючий попит на безпечно, у тому числі і екологічно безпечно електрообладнання, одночасно з високим енергетичним ККД, можуть реалізувати тільки сухі трансформатори, виготовлені за допомогою технології, яка за останні десятиліття довела свою надійність.

Основні матеріали досліджень. Основні переваги сухих трансформаторів з литої ізоляцією такі: екологічна безпека, безпека при експлуатації, невеликі габаритні розміри, стійкість до впливу вогкості і вологи, можливість працювати в мережах, що піддаються грозовим і комутаційним перенапруженням; низький рівень шуму; висока стійкість до струмів короткого замикання, простота технічного обслуговування.

Сучасні сухі трансформатори надійні і прості в експлуатації, вони не передбачають додаткових витрат на обслуговування. Сухі трансформатори можуть бути встановлені там, де є підвищені вимоги до екології та охорони навколишнього середовища. На додаток сухі трансформатори дозволяють значно економити кошти [2].

Важливими діями в забезпеченні охорони праці при роботі з сухими трансформаторами є випробування ізоляції. Вона включає: приймально-здавальні випробування (випробування обмоток на стійкість до впливу імпульсних перенапруг). Заземлення корпусів трансформаторів має бути виконане згідно з ПУЕ. Заземлення і захисні відключення - все це як системний вид захисту забезпечує безпеку при дотику до не струмоведучих частин, що випадково опинилися під напругою. При експлуатації діючих електроустановок, в тому числі й сухих трансформаторів, важливу роль у забезпеченні безпеки електротехнічного персоналу грають електротехнічні засоби захисту та запобіжні пристосування це: ізолюючі штанги, діелектричні рукавиці, боти, слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими рукоятками, переносні заземлення, тимчасове огороження, плакати, захисні очки та інші.

Ремонтні, монтажні, налагоджувальні, будівельні та інші роботи, що виконуються при монтажі сухих трансформаторів, інших електроустановок, щодо заходів безпеки діляться на три категорії: роботи зі зняттям напруги; роботи без зняття напруги; роботи під напругою [3]. Роботи зі зняттям напруги виконують при повному або частковому відключення електроустановки.

При роботах з частковим відключенням, працюючий не повинен наближатися до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, на відстані менше вказаних в табл.1; рис.1.

Таблиця 1. Найменші допустимі відстані від людей і вживаних ними інструментів і пристосувань, а також від тимчасових огорожень до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою вище 1000 В

Напруга електроустановки, кВ	До 10	10-35	60-110	150	220	330	400-500	750
Найменша допустима відстань, м	0,6	0,6	1	1,5	2	2,5	3,5	5,0

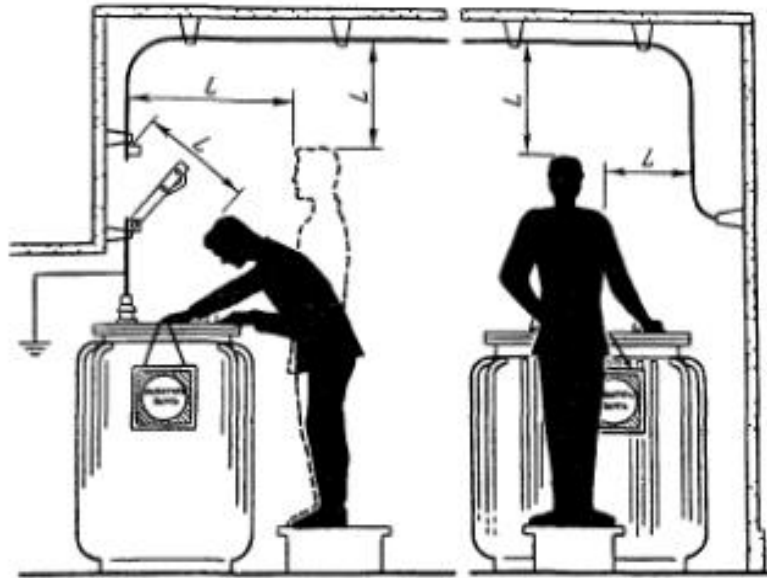


Рис. 1. Найменші допустимі відстані від людини, яка виконує роботи в діючих електроустановках, до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою вище 1000 В (табл. 1)

Забороняється працювати в зігнутому положенні, якщо при випрямленні працюючого відстань до струмоведучих частин буде менше вказаної в табл.1. В електроустановках електростанцій і підстанцій 6 - 110 кВ при роботі поблизу неогороджених струмоведучих частин забороняється розташовуватися так, щоб ці частини знаходилися по заду або з двох бічних сторін.

Роботи без зняття напруги виконують без відключення електроустановки. При цьому працювати дозволяється за постійними і тимчасовими огороженнями струмоведучих частин, на корпусах обладнання, на поверхні оболонки кабелів, а також на відстанях від неогороджених струмоведучих частин, які знаходяться під напругою більше зазначених у табл.1.

Роботи під напругою виконують безпосередньо на струмоведучих частинах, що знаходяться під робочою напругою, з застосуванням електрозахисних засобів, а також на відстанях від струмоведучих частин менше вказаних в табл.1. Електрозахисні засоби, що застосовуються при цих роботах (ізолюючі штанги і кліщі, діелектричні рукавиці

і т. п.), використовують для ізоляції людини від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, або від землі (діелектричні килими, боти і галоші, ізолюючі підставки, спеціальні ізолюючі пристрої й т.п.).

Аналіз науково-технічної літератури показує, що дотримання встановлених умов експлуатації електричного обладнання та дотримання регламентованих правил електробезпеки при роботі технічного персоналу значно знижує рівень реалізації небезпеки. При ремонтах та експлуатації трансформаторів слід керуватися діючими «Правилами безпеки при експлуатації електроустановок». Щоб виключити можливість дотику або небезпечного наближення до ізольованих струмоведучих частин, повинна бути забезпечена їх недоступність за допомогою огорожі, блокування або розташування струмопровідних частин на недоступній висоті або недоступному місці.

Щоб уникнути ураження електричним струмом під час огляду діючих електроустановок необхідно дотримуватися наступних запобіжних заходів: при огляді електроустановки напруги вище 1000 В однією особою не дозволяється проникати за огорожі і входити до камери розподільчого пристрою. При поразці робочого електричним струмом необхідно прийняти термінові заходи для швидкого звільнення його від дії струму та терміново надати першу допомогу.

Як показує практика, дотримання умов забезпечення надійних правил безпеки при виконуваних робіт має такі переваги: забезпечує здоров'я технічного персоналу, загальне визнання персоналом ПУЕ, зменшує кількість нещасних випадків та сприяє збільшенню виконання робочого плану [4]. На дільницях, де виконуються монтажні роботи, на небезпечних

для оточуючих місцях ставлять попереджувальні плакати, ставлять огорожу, назначають чергових. Всі робочі місця де виконуються роботи повинні бути в темний час достатньо освітлені.

До експлуатації та ремонту електричних машин допускаються електромонтери, які мають кваліфікаційну групу не нижче III і пройшли інструктаж на робочому місці. Відповідальність за безпеку при обслуговуванні та ремонті несе керівник електротехнічної служби господарства. При ремонтах та експлуатації трансформаторів слід керуватися діючими «Правилами безпечної експлуатації електроустановок». Щоб виключити можливість дотику або небезпечного наближення до ізольованих струмоведучих частин, повинна бути забезпечена недоступність за допомогою огорожі, блокування або розташування струмопровідних частин на недоступній висоті або недоступному місці.

Висновок. Саме сукупність необхідних заходів технічного персоналу, спрямованих на забезпечення електробезпеки, пожежної безпеки, і захисного запобігання аварійних режимів є їх невід'ємною частиною обов'язків. Прийняття таких дій відповідно до ПУЕ забезпечить надійність, а найголовніше – безпеку персоналу при роботі з сухими трансформаторами.

Список використаних джерел.

1. Ткачук К. Н., Иванчук Д. Ф. и др. Справочник по охране труда на промышленном предприятии — К.: Техника, 1991. — 285с.
2. 22. Охрана труда в электроустановках / Под ред. Б. А. Князевского. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 376 с.
3. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. — М.: . Энергоатомиздат, 1985. — 376 с.
4. Купчик М. П., Гандзюк М. П., Степанець І. Ф. та ін. Основи охорони праці.— К.: Основа, 2000. —416 с.

УДК 621.31

РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОНОМНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ НА БАЗІ ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

Перебийнос К.Ю. (4 курс),
Лисенко О.В., к.т.н, доцент, Адамова С.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті приведений аналіз економічної ефективності і надійності схеми автономного джерела енергопостачання сільськогосподарських підприємств на базі двигуна внутрішнього згорання.

35

Постановка проблеми. Підвищення економічності й надійності енергопостачання будь-якого виробництва є найбільш актуальним завданням. Існуючі системи енергопостачання (електро-, тепло-, холодопостачання) підприємств не відповідають нинішнім вимогам, внаслідок зниженої надійності цих систем. Останнє обумовлене старінням обладнання, недостатнім обсягом капітальних ремонтів і модернізацій.

Аналіз останніх досліджень. На енергопостачання об'єктів сільськогосподарської галузі суттєво впливають режими їх роботи, які пов'язані із сезонністю виробництва та погодними умовами (системи опалення та вентиляції виробничих і побутових приміщень у зимовий період; системи кондиціювання і холодопостачання переробних виробництв, резервні системи електропостачання). Все це відображається на фактичних навантаженнях, що споживаються підприємствами. Зокрема на коефіцієнті використання корисної потужності який змінюється у широких межах. При цьому втрати підприємства можна порівнювати з корисно використовуваною енергією, а частина мереж не підлягає відновленню. Резервні джерела електропостачання на базі дизель-генераторів з виходом тільки електричної енергії малоефективні. Одним із виходів з цієї ситуації є використання автономних джерел енергопостачання поряд із централізованими джерелами. З метою підвищення ефективності їх використання пропонується робота за комбінованою схемою [1].

Мета статті. Визначення раціональності підвищення показників економічності і надійності енергопостачання сільськогосподарського підприємства при використанні автономного джерела на базі двигуна внутрішнього згорання.

Основні матеріали дослідження. Режими роботи енергопостачання підприємств і інших об'єктів сільськогосподарської галузі тісно пов'язані з погодними умовами і сезонністю виробництва. Все це суттєво відображається на коефіцієнті використання корисної потужності який змінюється у широких межах. Мережі, спроектовані на максимальний коефіцієнт використання, більшу частину часу працюють у режимах 20-30% завантаження. Відомо, що при таких режимах втрати можна порівнювати з корисно використовуваною енергією, а частина мереж не підлягає відновленню. При цьому використання дизель-генераторів з виходом електричної енергії як резервних джерел електропостачання малоефективне, тому доцільніше використовувати схему автономного джерела енергопостачання на базі двигуна внутрішнього згорання [2].

Пропонована схема (рисунок 1) містить: ДВС (дизельні, газодизелі, газові, бензинові тощо), синхронний генератор трифазного змінного струму, трансформатор теплоти, що складається з водоежектора та насосів першого й другого рівня. Низькопотенційне джерело, вода при температурі $t=15^{\circ}\text{C}$ (грунтові та каналізаційні стоки), подається перекачувальним насосом у водоежектор першого ступеня. Одночасно насосом у водоежектор першого ступеня подається вода з оборотної системи теплопостачання (опалення та вентиляція) з температурою $t=25-30^{\circ}\text{C}$ або ґрунтові води з $t=10-15^{\circ}\text{C}$ виходячи з конкретного призначення установи, використовується надалі для гарячого водопостачання.

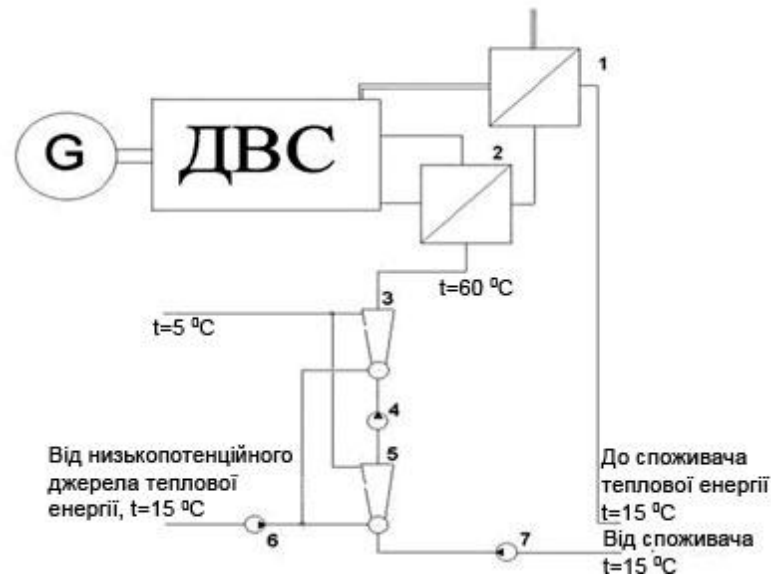


Рис. 1. Схема автономного джерела енергопостачання на базі двигуна внутрішнього згорання: 1 - теплообмінник утилізації теплоти вихлопних газів ДВС; 2 - теплообмінник утилізації теплоти системи охолодження ДВС; 3 - водоежектор другого ступеня; 4 - насос другого ступеня; 5 - водоежектор першого ступеня; 6 - перекачувальний насос низькопотенційного теплоносія (води); 7 - насос першого ступеня

Суть трансформації теплоти в даній установці базується у наступному. При проходженні двох потоків через сопла відбувається адіабатне розширення до утворення парорідинної суміші. Потім вони змішуються в камері змішування й завихрюються. Далі потік зі ступенем насичення x_c під дією відцентрових сил поділяється на два потоки: потоку води $x_1=0$ і паро-водної суміші з $x_2>x_c$. Потоки, проходячи через конфузур і дифузур адіабатно стискаються до необхідних тисків, внаслідок чого утворюються холодний $t=5^\circ\text{C}$ і гарячий $t=30^\circ\text{C}$ теплоносій.

Отримана за допомогою такого способу гаряча вода насосом подається у водоежектор другого рівня, де шляхом трансформації тепла від низькопотенційного джерела (аналогічно процесу першого рівня) підігрівається до температури $t=60^\circ\text{C}$. Теплоносій, проходячи послідовно теплообмінники, підігрівається до розрахункової температури.

Висновок. Зіставлення техніко-економічних показників пропонованої схеми зі стандартними системами порівнянними по потужності й коефіцієнту використання показали, що наведені витрати пропонованої установки нижчі в 1,75 раз. Підвищення ефективності пропонованої схеми досягається також за рахунок утилізації теплоти вихлопних газів і системи охолодження двигуна.

Список використаних джерел.

1. Будзко И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И.А. Будзко, Н.М. Зуль. – М.: Агропромиздат, 1990. – 496 с.
2. Кудинов А. А. Энергосбережение в теплогенерирующих установках [Текст] / А. А. Кудинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – 139 с.

УДК 621.316.98

ПРИНЦИПИ БЛИСКАВКОЗАХИСТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ 6-10 КВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДОВГО-ІСКРОВИХ РОЗРЯДНИКІВ

Романюта О.М. (4 курс)

Лисенко О.В., к.т.н., доцент, Адамова С.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведений аналіз захисту повітряних електричних мереж від блискавок. Розглянутий варіант зменшення впливу блискавки на перенапругу мережі та старіння проводів.

37

Постановка проблеми. За грозовий сезон кожні 30 км ліній електропередачі беруть на себе один удар блискавки, що є важливим чинником при плануванні її захисту від грозових проявів. При кожному впливі блискавки на енергетичне устаткування відбувається вироблення ресурсу і значне старіння обладнання. Економічні втрати від такого опосередкованого впливу блискавки на енергосистеми значно перевершують вартість блискавкозахисту. Оснащення повітряних ліній довго – іскровими розрядниками дозволить зменшити вплив блискавки на перенапругу мережі та старіння проводів, що в свою чергу добре впливає на економічний розрахунок.

Аналіз останніх досліджень. Аварійні відключення повітряних ліній 6-10 кВ унаслідок блискавих перенапруг складають до 40% від загального числа їх відключень. Це означає, що потрібний ефективний блискавкозахист. Існуючий досвід застосування розрядників (вентильних, трубчастих) і ОПВ для захисту ПЛІ від грозових перенапруг, а також теоретичні дослідження показують, що такий блискавкозахист з точки зору своїх технічних можливостей не може повною мірою задовольнити вимоги до неї вимоги відповідно до умов роботи на повітряній лінії при впливі грозових розрядів. Так навіть найдосконаліші з успішно застосовуються для грозозахисту підстанції до ОПВ не здатні без руйнування витримувати ті реально можливі струми розряду блискавки, які будуть протікати через них у разі установки на повітряній лінії. Іскрові повітряні проміжки призводять тільки до збільшення числа відключень повітряних ліній, оскільки блискавкозахист не здатен гасити супроводжуючу грозове перекриття дугу. При використанні в якості захисту від грозових перенапруг дугозахисних «рогів», в процесі дуговідводу відбувається їх інтенсивне обгорання, що вимагає їх періодичної заміни. Але крім свідомо очевидних недоліків, є одне технічне обставина, яка ставить під сумнів працездатність даного блискавкозахисту навіть в споконвічно задуманому вигляді. Дугові замикання можуть супроводжуватися струмами різної величини, а можливість виходу дуги на «роги», в силу електродинамічних закономірностей і конструктивних параметрів системи, з'являється лише при струмах, що перевершують 1-2 кА. Відповідно, при менших струмах, дуга не виходить на «роги», і це спричиняє небезпеку перепалу дроти [1].

Мета статті. Оцінка ефективності впровадження сучасних пристроїв для захисту повітряних електричних мереж від удару блискавки без будь-яких втрат та погіршення електропостачання.

Основні матеріали дослідження. У зв'язку з прийняттям нормативів, орієнтованих на застосування на повітряних лініях 6 - 10 кВ захищених самонесучих дротів технічні вимоги до блискавкозахисту, якою повинні володіти лінії електропередач (ЛЕП), повинні враховувати обов'язкове застосування блискавкозахисних коштів на повітряні лінії зв'язку, що проходять по відкритій і високою місцевості незалежно від числа грозових годин у році, а також в інших зонах з числом грозових годин у році понад 40. На повітряні лінії зв'язку 6-10 кВ, що проходять по населеній місцевості і зоні з грозовою діяльністю в середньому 20 грозових годин і більше.

РДІ є російською розробкою по своїм конструктивним параметрам, технічним характеристиками і функціональними можливостями становлять особливий клас пристроїв грозозахисту, що не має світових аналогів. Принцип блискавкозахисту електричних мереж 6-10 кВ за допомогою довго-іскрових розрядників головною відмінною перевагою класу довго-

іскрових розрядників є їх несхильність руйнувань та пошкоджень грозовими і дуговими струмами, оскільки вони протікають поза апаратів, по повітрю уздовж їх поверхні. Це унікальне для грозозахисних апаратів якість поряд з конструктивною простотою зумовило можливість їх успішного застосування в якості ефективного та надійного засобу захисту повітряних ліній і електричних мереж від грозових перенапруг і їх наслідків взамін використовуваних обмежувачів перенапруг нелінійних (ОПН) і дугозахисних іскрових проміжків («рогів») (рис. 1).

Фізичні закономірності, пов'язані з переходом імпульсного перекриття в силову дугу, досліджувалися в різних лабораторіях світу. На основі узагальнення результатів цих досліджень і досвіду експлуатації діючих ПЛ, прийнято нормативне співвідношення, що дозволяє оцінювати вірогідність виникнення силової дуги при грозових перекриттях ізоляції:

$$P_{\partial} = (1,59U * J * I^{-6}) * 10^{-2} = (1,59E^{-6}) \quad (1)$$

де $E = U(\phi) / l$ - середня напруженість електричного поля уздовж шляху перекриття, кВ / м;
 $U(\phi)$ - фазна напруга лінії, кВ/м;
 l - довжина шляху перекриття, м.

РДП призначений для захисту повітряних ліній електропередачі напругою 6-10 кВ трифазного змінного струму з захищеними і неізольованими проводами від індукуювання грозових перенапруг і їх наслідків і розрахований для роботи на відкритому повітрі при температурі навколишнього повітря від -60°C до $+50^{\circ} \text{C}$ протягом 30-и років [2].

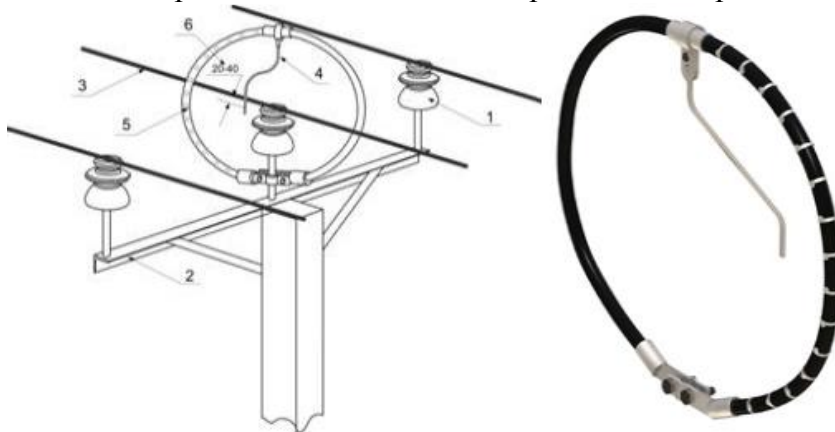


Рис. 1. Загальний розряднику типу РДП: 1 - ізолятор; 2 - траверса; 3 - провід; 4 - електрод розрядника; 5 - розрядник; 6 - повітряний зазор

Розрядник складається з зігнутого у вигляді петлі металевого стержня, покритого шаром ізоляції з поліетилену високого тиску. Кінці ізольованою петлі закріплені в затиску кріплення, за допомогою якого розрядник приєднується до штиря ізолятора на опорі ПЛ. У середній частині петлі поверх ізоляції розташована металева трубка. На дроті ВЛ, навпаки металевої трубки розрядника, закріплюється універсальний затиск для створення необхідного повітряного іскрового проміжку S . Закріплення ізольованою петлі розрядника на ПЛ проводиться за допомогою затиску кріплення. Затиск кріплення виготовлений із сталі, покритої захисним шаром цинку, і має конструкцію, що забезпечує надійне кріплення розрядника до елементів арматури ПЛ. Конструкція затиску кріплення розрядника може бути змінена і мати форму, адаптовану під конкретні умови кріплення розрядника на опорі ПЛ.

Довго-іскрові розрядники:

- запобігають перепал проводів (як і «дугозахисні роги»);
- виключають дугові замикання та відключення лінії, що виникають внаслідок індукуювання грозових перенапружень.

Розрядний елемент РДІ, уздовж якого розвивається ковзний розряд, має довжину, у кілька разів перевищує довжину імпульсного перекриття захищається ізолятора лінії. Конструктивні особливості розрядника забезпечують більш низьке розрядне напруга при грозовому імпульсі в порівнянні з розрядним напругою захищається ізоляції. Головною особливі-

стю РДІ є те, що внаслідок великої довжини грозового перекриття ймовірність встановлення дуги короткого замикання практично зводиться до нуля.

Таблиця 1 – Технічні данні довго-іскрових розрядників

Клас напруги, кВ	10
Розмір зовнішнього іскрового проміжку, см	78
Розмір зовнішнього іскрового проміжку, см	2-4
50% імпульсне пробивна напруга, кВ, не більше	110
Напруга координації з ізолятором ШФ10-Г, кВ	400
Витримувана напруга комутаційного імпульсу, кВ	90
Витримувана напруга промислової частоти, кВ:	
в сухому стані	60
під дощем	50
Струм гасіння дуги при номінальній напрузі, А	200
Витримується імпульсний струм 8-20 мкс, кА	40

Переваги:

- Не тільки усувають перепал проводів, але й запобігають відключення ВЛ внаслідок грозових індукуючих перенапруг;
- Усувають наслідки грозових перекриттів, не завдаючи шкоди обладнанню ліній і підстанцій у відмінності від дугозахисних рогів, які штучно переводять однофазне замикання в двофазне, створюючи тим самим потужний електродинамічний удар по устаткуванню ;
- Економлять ресурс спрацьовування високовольтних вимикачів ;
- Захищають електричні мережі від дугових перенапружень, супутніх однофазним замикань на землю, викликаним грозовими перенапруженнями;
- Не піддані руйнуючій впливу струмів блискавки і супроводжуваних струмів дугових замикань, як нелінійні обмежувачі перенапруг або трубчасті і вентильні розрядники, оскільки ці струми протікають поза конструкції розрядника;
- Не перебувають під робочою напругою і не вимагають обслуговування;
- Не обумовлюють ніяких спеціальних вимог щодо зниження опорів заземлення опор, на яких вони встановлені.

Установка розрядників на всьому протязі повітряних ліній (ПЛ) і на підходах до підстанцій і кабельних вставкам дозволяє виключити перекриття ізоляції на ПЛ і всі негативні супроводжуючі наслідки як при індукуванні грозових перенапруг, так і при прямому ударі блискавки (ПУБ). При цьому забезпечується відсутність грозових вимкнень ПЛ, руйнувань ізоляторів, перепалу дротів, економія ресурсів і захист підстанційного обладнання. Технологія грозозахисту довго-іскрових розрядників застосовна для ПЛ з будь-якими видами опор - залізобетонними, металевими, дерев'яними, ізоляторів - штирьовими, натяжними, підвісними, порцеляновими, скляними, полімерними, і проводів, як захищеними, так і неізольованими. В залежності від встановлених технічних вимог по блискавкозахисту ділянок електричних мереж можливе застосування на них різних видів розрядників та їх поєднань [3].

Висновок. Нові економічні умови в електроенергетиці, наряду з незадовільним станом повітряних ліній середньої напруги, виводять на якісно новий рівень впровадження сучасних пристроїв для захисту повітряних електричних мереж від удару блискавки з метою підвищення надійності енергопостачання.

Список використаних джерел.

1. Блискозахист ПЛ 6-10 кВ. – Режим доступу: www.malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/194-m-6-10-.html
2. Розрядник довго-іскровий РДП. – Режим доступу: www.malahit-irk.ru/index.php/2011-01-13-09-04-43/191-2011-06-25-04-21-15.html
3. Модернизация электрических сетей . Режим доступу – www.energobalance.ru

УДК 621.316.926

РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОГО МЕТОДУ СИГНАЛІЗАЦІЇ І ПЛАВКИ ОЖЕЛЕДІ В ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ З РОЗЩЕПЛЕНОЮ ФАЗОЮ

Щербакова О.І. (4 курс)

Коваленко Л.Р., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота аналізує можливі методи плавки ожеледі на лінії 10 кВ, виявляє їх переваги та недоліки; пропонує розробку ефективної комбінованої системи сигналізації та плавки ожеледі на повітряній лінії з розщепленою фазою без відключення споживачів.

40

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в країні є актуальним питання про боротьбу з ожеледяними відкладеннями. Аварійними вже є випадки з товщиною стінки льоду 25 мм, що відповідає IV району по ожеледі [1], а на долю проводів ЛЕП припадає найбільше аварійних випадків. Тобто питання надійності електропостачання тут відіграє особливу роль.

Аналіз останніх досліджень. Вивчаючи проблему плавки ожеледі на проводах повітряних ліній 10кВ, було порівняно декілька методів, це – спосіб плавлення ожеледі коротким замиканням змінним струмом є простим і швидким в складанні та збиранні, але потребує вимикання електропостачання споживачів; спосіб зустрічного вмикання фаз, який дозволяє збільшити довжину ліній, на яких відбувається плавлення, збільшити струм плавлення, дає змогу одночасного живлення споживачів, але спосіб неможливий, якщо між лініями, що розміщені між сусідніми підстанціями, немає зв'язку по лініях високої напруги; плавлення шляхом перерозподілу навантажень дає можливість безперебійного постачання електроенергії, але його доцільно застосовувати лише при профілактиці ожеледяного утворення; метод резонансу забезпечує безперебійність електропостачання, проте має складну схему, а також потребує додаткове обладнання. [2]

Розглянутий метод плавки ожеледі на проводах з розщепленою фазою, який здійснюється без відключення навантаження, не потребує додаткового силового обладнання, але його використання обмежене лише проводами з розщепленою фазою. [3]

З проведеного аналізу способів сигналізації та плавки ожеледі на проводах повітряних ліній визначено, що на сьогодні не існує методу який разом контролював параметри та умови раннього виникнення ожеледі на проводах та виконував своєчасну плавку. Всі розглянуті методи потребують додаткового дорогого силового і перетворювального устаткування.

Формування цілей статті. Метою статті є аналіз існуючих методів плавки та розробка системи сигналізації та плавки ожеледі; створення економічної комбінованої системи, що дозволяє проводити сигналізацію та плавку ожеледі на повітряних лініях електропередач з розщепленою фазою без відключення споживачів і якогось обмеження подачі їм електроенергії, надійність та ефективність досягається шляхом вдосконалення та усунення недоліків існуючих пристроїв.

Виклад основного матеріалу дослідження

Пристрій відноситься до електротехніки, зокрема до пристроїв виявлення ожеледі на проводах повітряної лінії 10кВ, які знаходяться під постійною дією зовнішніх факторів, що призводять до додаткових механічних навантажень на елементи повітряних ліній, і створює ризик їх руйнування [4].

Для визначення відстані до місця пошкодження (неоднорідності хвильового опору) в лінію посилають імпульс та вимірюють їх інтервал.

$$l_x = t_x \cdot \frac{V}{2}, \quad (1)$$

де: t_x – подвоєний час проходження цього імпульсу до місця пошкодження;
 l_x – відстань до місця пошкодження;
 V – швидкість розповсюдження імпульсу в лінії.

Визначення відносного затримання відображених імпульсів:

$$\delta t = \frac{t_{ож} - t_0}{t_0} \cdot 100\% \quad (2)$$

де: $t_{ож}$ – час розповсюдження відображеного імпульсу при наявності ожеледі на проводах лінії електропередач;
 t_0 – час розповсюдження відображеного імпульсу при відсутності ожеледі на проводах лінії електропередач.

Уявне відносне подовження лінії:

$$\delta l = \frac{l_{уяв} - l_0}{l_0} \cdot 100\% \quad (3)$$

де: l_0 – довжина лінії при відсутності ожеледі на проводах лінії електропередач;
 $l_{уяв}$ – уявна довжина лінії при наявності ожеледі на проводах лінії електропередач.

Відносна довжина $l_{ож\ відн}$ ожеледяного покриття у відсотках визначається за формулою:

$$l_{ож\ відн} = \frac{l_{ож}}{l_0} \cdot 100\% \quad (4)$$

де: l_0 – довжина лінії при відсутності ожеледі на проводах лінії електропередач;
 $l_{ож}$ – довжина ожеледяного покриття.

Додаткове встановлення в схему блоку для плавки ожеледі дозволить своєчасно проводити профілактичний нагрів проводів та грозозахисних тросів і запобігти виникненню аварій на повітряних лініях, збільшити строк експлуатації, підвищити ефективність їх роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що система сигналізації та плавки ожеледі на проводах повітряної лінії, що складається з генератора зондуєчих імпульсів та приймача цих імпульсів, який підключений через систему приєднання високочастотних загороджувачів до блоку вимірювання часу і далі до розрахункового пристрою, та сигналізатора ожеледі, з трансформатора струму приєданого до входу вимірювального перетворювача струму, блоку визначення температури, вимірювальних перетворювачів температури повітря та швидкості вітру. Пристрій має в схемі додатково введений блок плавки ожеледі, який представлено розподільчим пристроєм, на кожен провід фази якого встановлюється окремий комутаційний апарат в поєднанні зі стаціонарними шунтуючими перемичками між проводами фази [4].

Система складається з генератора зондуєчих імпульсів 1, приймача 2, системи під'єднань 3, ділянки проводу лінії електропередач, що контролюється 4, високочастотних загороджувачів 5 і 6, що встановлені відповідно в його початку та кінці, шин підстанції 7, блока виміру часу 8, вихід якого з'єднаний з першим входом розрахункового пристрою 9, сигналізатора появи ожеледі 10, манометричного термометру 11, термобаллону 12, блока вимірювання температури 13, капіляра 14, трансформатору струму 15, вимірювального пере-

творювача струму навантаження 16, блока визначення температури 17, та вимірювального перетворювача температури 18 і швидкості вітру 19, блоку плавлення ожеледі 20.

Схема блоку плавлення ожеледі при послідовно з'єднаних проводах розщепленої фази (рис. 2) складається з розподільчого пристрою плавлення ожеледі 21, що розташовано по межах зони утворення ожеледі 22, та містять шини фази 23, проводи 24 розщепленої фази, шунтуючі перемички 25, комутаційні апарати 26.

Схема блоку плавлення ожеледі і з виділенням кожного проводу в фазі (рис.3) складається з розподільчого пристрою плавлення ожеледі 27, що розташований по межах зони утворення ожеледі 28, та містять шини фази 29, проводи 30 розщепленої фази, шунтуючі перемички 31, комутаційні апарати 32.

Встановлення блоку плавки ожеледі дозволяє автоматично проводити плавку ожеледі при виникненні ситуації, що засвідчив попередній блок сигналізації ожеледяно-паморозових відкладень на повітряній лінії. При цьому схему плавки ожеледі збирають в залежності від кількості проводів у розщеплених фазах із застосуванням стаціонарних шунтуючих перемичок і комутаційних апаратів в розподільчих пристроях, а перетин проводів розщепленої фази розраховують з умови достатнього їх нагріву для плавки ожеледі робочим струмом навантаження в фазі, при проходженні цього струму тільки по одному дроту розщепленої фази. Розподільні пристрої можуть бути встановлені на одну і / або декілька повітряних ліній електропередач. Розподільні пристрої можуть бути встановлені на кожній фазі повітряної лінії електропередач [3].

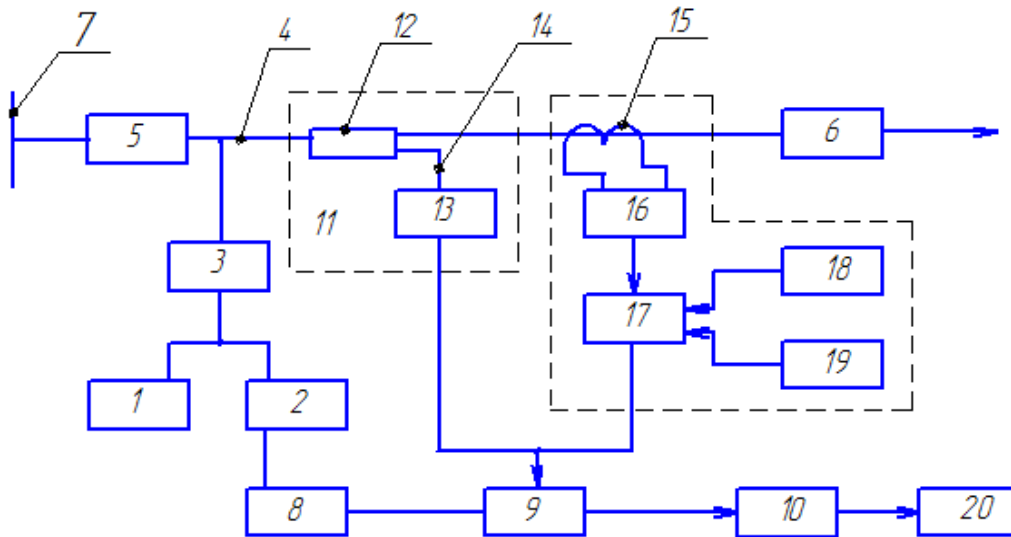


Рис. 1. Блок-схема системи сигналізації та плавки ожеледі на проводах повітряної лінії

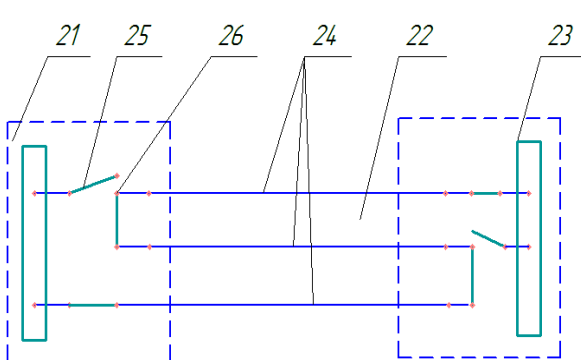


Рис. 2 Схема блоку плавлення ожеледі при послідовно з'єднаних проводах розщепленої фази;

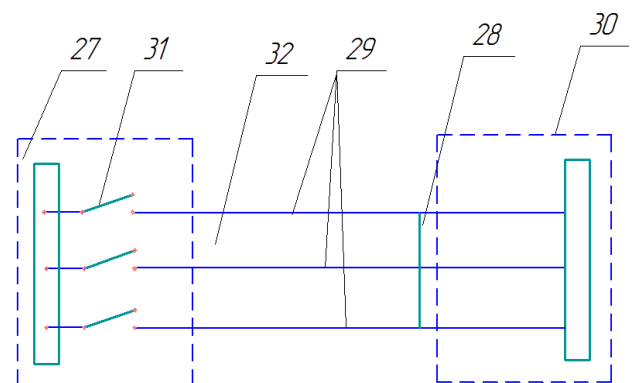


Рис. 3 Схема блоку плавлення ожеледі і з виділенням кожного проводу в фазі.

Висновки. Розроблена система сигналізації та плавки ожеледі на проводах повітряної лінії, на основі локації ділянки проводу зондуючими імпульсами та плавки за допомогою розподільчих пристроїв, дозволяє здійснювати плавку ожеледі без застосування дорогого силового і перетворювального обладнання; одночасно на всіх проводах розщепленої фази або по черзі на кожному проводі фази; здійснювати плавку ожеледі на окремих ділянках повітряних ліній електропередач, між будь-якими двома розподільними пристроями плавки ожеледі.

Система дозволяє точно визначати початок утворення ожеледі та проводити своєчасну плавку ожеледі на проводах лінії електропередач без відключення споживачів і якогось обмеження подачі їм електроенергії, в результаті чого буде вирішена проблема запобігання ожеледяних аварій, які відносяться до найбільш тяжких які мають масовий характер і наносять значних збитків. Це дозволить зберегти значні фінансові та матеріальні ресурси. В соціальному плані основним результатом реалізації проекту є підвищення надійності електропостачання споживачів, скорочення аварійних робіт в зимовий час.

Література

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1985.- 640с.
2. Іноземцев Г.Б. Проблема боротьби з ожеледдю на лініях електропередачі / Іноземцев , Г.Б. , Крижанівський, В.С. – Науковий вісник НУБіП України, 2011 - 166с
3. Пат. Російська Федерація, "Спосіб плавки ожеледі" (51) МПК(2006.01) H02 G7/16 // Моргалюк В. Д. - (Російська Федерація).- № 2375801.
4. Щербакова О.І Розробка методу виявлення ожеледі на проводах повітряних ліній напругою 10кВ. Тези доповідей учасників «XIV зльоту іменних стипендіатів та вдмінників навчання аграрних вищих навчальних закладів» 12-15 травня 2012р . - м. Житомир, 2012. – 166-168.

УДК 621.316.926

СПОСОБИ БОРОТЬБИ З ОЖЕЛЕДДЮ НА ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЯХ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Шушара О.О. 12 МБЕН,
Шевченко В.С. 12 МБЕН,
Крузін Є.В. 12 МБЕН
Лисенко О.В., к.т.н, доцент,
Адамова С.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто сучасний стан і методи боротьби з ожеледдю на повітряних лініях електропередач та запропоновано нові напрями вирішення проблеми, а саме плавлення ожеледі, підвищення надійності електропостачання.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день неможливо представити життя без електроенергії, але щоб уникнути аварійних ситуацій, актуальним є аналіз питання плавлення ожеледі на лініях електропередачі.

Наявність ожеледі на проводах і тросах повітряних ліній електропередачі (ЛЕП) викликає додаткові механічні навантаження на всі конструктивні елементи повітряної лінії. Великі відкладення можуть призводити до обриву проводів і тросів, руйнування арматури, деформації і падіння опор лінії. Оскільки відкладення ожеледі по фазним проводам звичайно відбувається нерівномірно, то стріли провису стають неоднаковими, що призводить до додаткових механічних навантажень і часто викликає схлистання проводів і тросів, особливо під час опадання ожеледі. Наявність ожеледі також є однією з причин так званої „пляски проводів”, яка може викликати важкі аварії на ЛЕП.

Аналіз останніх досліджень. Україна знаходиться в зоні помірного кліматичного поясу з ознаками переважно помірно-континентального і частково субтропічного клімату, для якого характерні м'які зими, які, останнім часом, стають теплішими. Ці фактори є сприятливими для виникнення ожеледі на лініях електропередачі (ЛЕП).

Відомо, що найактивнішими місяцями накопичення ожеледі на повітряних ЛЕП є період з кінця листопада до березня, що в свою чергу збігається з максимумом річного навантаження [1]. Аварійними вже є випадки з товщиною стінки льоду 25 мм, що відповідає IV району по ожеледі [2], а на долю проводів ЛЕП припадає найбільше аварійних випадків. Тобто питання надійності електропостачання тут відіграє дуже важливу і особливу роль.

Мета статті. Проведення аналізу сучасних методів боротьби з ожеледдю в різних умовах, а також пропозиції щодо нових рішень і методів боротьби з ожеледдю, які б були більш ефективними і менш затратливими.

Основні матеріали дослідження. Більшість електромереж України були побудовані з урахуванням районів по ожеледі за ПУЕ ще за часів СРСР. Але з кожним роком клімат в країні стає все більш непередбачуваним і обладнання стає застарілим і не дуже ефективним, також все рідше стали проводитись технічні роботи, електромережі стають все більш вразливими до кліматичних умов. Так, за даними метеорологічних досліджень, за останні роки деякі електромережі побудовані з урахування II району по ожеледі і вітру повинні нині відповідати IV району. Отже, доки не побудовані нові електромережі, нинішні потребують надійного захисту від аварійних ситуацій. В деяких селищах опори вже ледве стоять, стан аварійний, все це може призвести до аварійних випадків, які можуть унести життя громадян.

Наведемо декілька прикладів аварій в системах енергозабезпечення.

Внаслідок сильної ожеледі, що супроводжувалась поривами вітру, сталася найбільша для України природна катастрофа за останнє сторіччя, що паралізувала діяльність майже п'яти тисяч населених пунктів 12 областей України (27 - 28.11. 2000 р.). Товщина стінки ожеледі досягала 200 мм. Було пошкоджено 5 повітряних ліній (ПЛ) 750 кВ, 12 ПЛ 330 кВ, одна

міждержавна ПЛ 110 кВ і знеструмлена підстанція 330 кВ "Котовська" (повністю або частково зруйновано 54 металевих опори 750 кВ, 245 залізобетонних і металевих опор 330 кВ і 141 залізобетонна опора 110 кВ, розірвані троси і проводи, зруйновані гірлянди ізоляторів та ін.). Загальний збиток становив більше 68 млн. грн.

Процес утворення ожеледі наступний. Вітер наносить мокрий сніг на вітряну сторону проводу. В результаті несиметричного навантаження провід починає повертатися. Вільна від снігу частина поверхні проводів знаходиться тепер на вітряній стороні і процес знову повторюється, провід знову повертається [2]. Так відбувається доти, поки муфта ожеледі не замикається (рис. 1). Після замикання першої муфти весь процес повторюється. В результаті товщина льодяної муфти може виявитися більшою діаметра проводу і досягати 75 -200 мм.

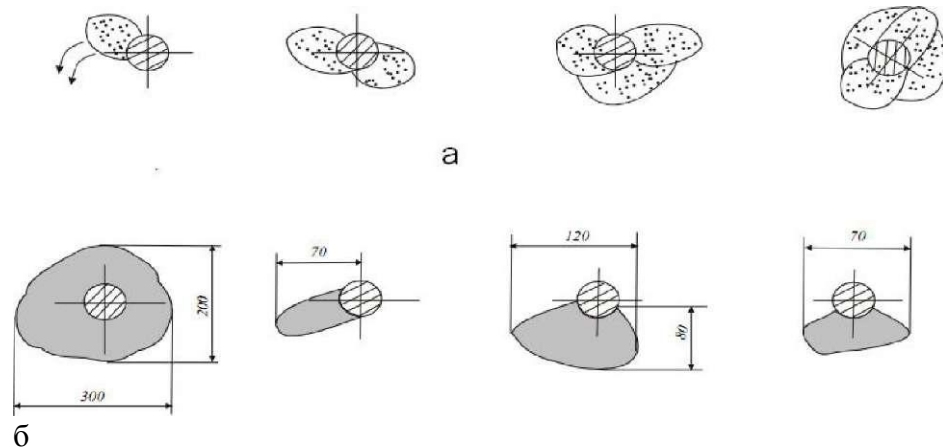


Рис. 1. Динаміка (а) та види (б) утворення муфти ожеледі на проводі з часом

Основні методи боротьби з ожеледдю.

Плавлення ожеледі коротким замиканням змінним струмом. При плавленні таким способом лінія, що обігривається, замикається з одного кінця, а з іншого до неї підводиться напруга, яка достатня, щоб забезпечити протікання проводами необхідного для плавки струму [3]. Плавлення може проводитись за способом: трифазного, двофазного або однофазного короткого замикання (к. з.) за схемою

Найпростішим із них є метод трифазного к. з. (рис. 2) «змійка».

Переваги: простота і швидкість складання та збирання.

Недоліки: неможливість безперебійного електропостачання споживачів.

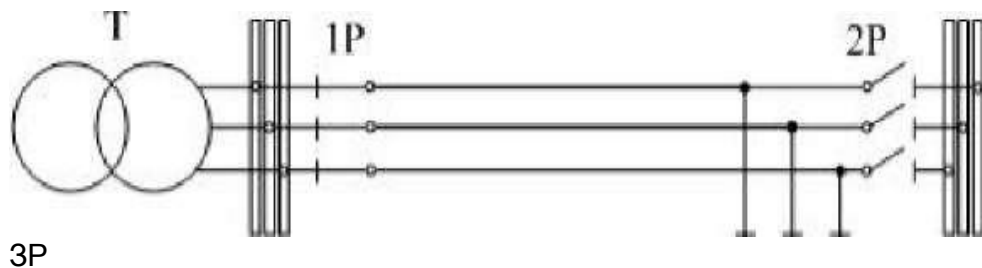


Рис. 2. Схема плавлення ожеледі за методом трифазного короткого замикання

Спосіб зустрічного вмикання фаз. Полягає в тому, що на одному кінці проводу лінії, що обігривається, приєднуються до фаз А, В, С, а на другому - відповідно до фаз В, С і А або С, А і В. Таким чином, на лінію подається не фазна, а лінійна напруга (рис. 3).

Переваги: дозволяє збільшити довжину ліній, на яких відбувається плавлення, на 70 % або збільшити струм плавлення; можливе одночасне живлення споживачів.

Недоліки: спосіб неможливий, якщо між лініями, що розміщені між сусідніми підстанціями, немає зв'язку по лініях високої напруги.

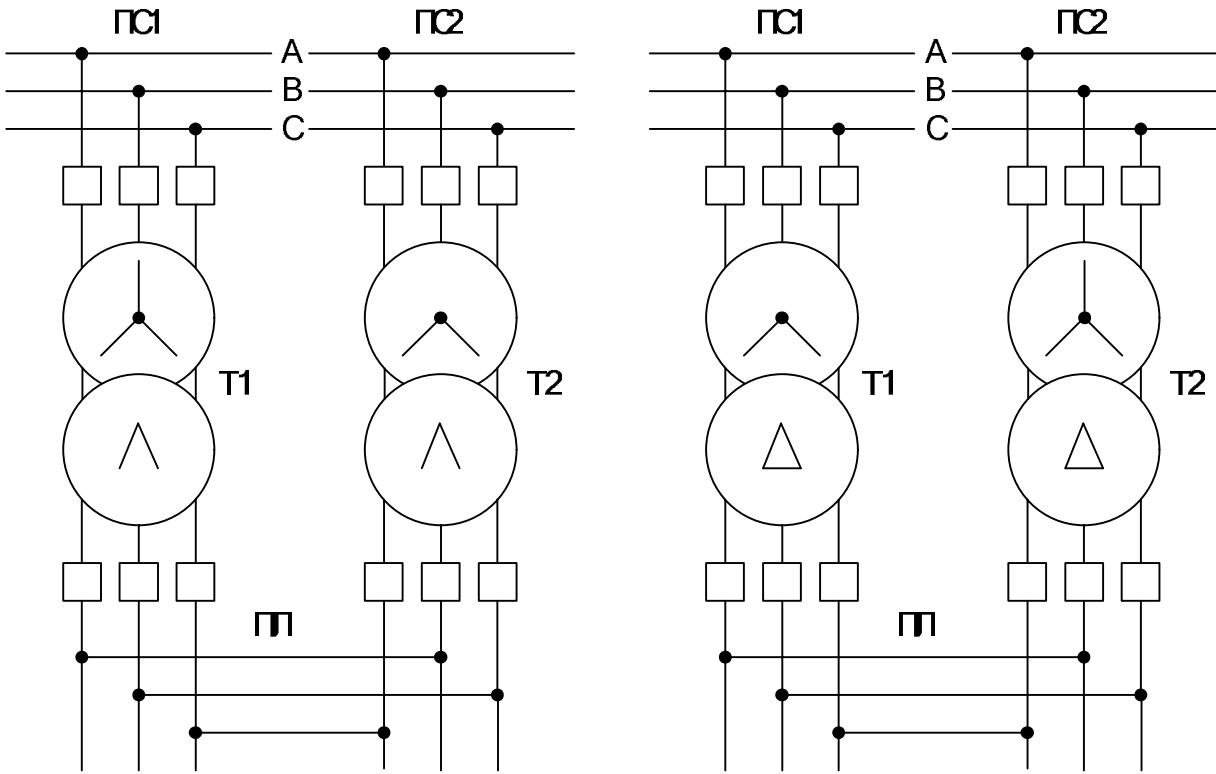


Рис. 3. Схеми плавки ожеледі за способом зустрічного вмикання фаз

Плавлення шляхом перерозподілу навантажень. Досягається шляхом: а) підвищення навантаження станцій, що передають енергію через лінію, що обігривається; б) підвищення навантаження підстанцій шляхом перемикання в мережі нижчої напруги; в) відключення частини лінії, в результаті чого збільшується потужність, що передається.

Переваги: можливість безперебійного постачання електроенергії; відсутні затрати на придбання додаткового обладнання.

Недоліки: доцільно застосовувати лише при профілактиці ожеледеутворення.

Метод резонансу струмів. При цьому методі на робочий струм накладають додатковий струм, створений у контурі, частиною якого є лінія, що обігривається. Для цього в контур вмикають джерело електрорушійної сили (ЕРС), величина і фаза якого підбирається таким чином, щоб збільшити струм до необхідного значення (рис. 4). Використовують вольтододадкові трансформатори (ВДТ), що регулюють величину поздовжньої і поперечної ЕРС, тим самим забезпечуючи оптимальний режим плавлення.

Переваги: можливість безперебійного електропостачання.

Недоліки: складна схема; необхідність додаткового обладнання.

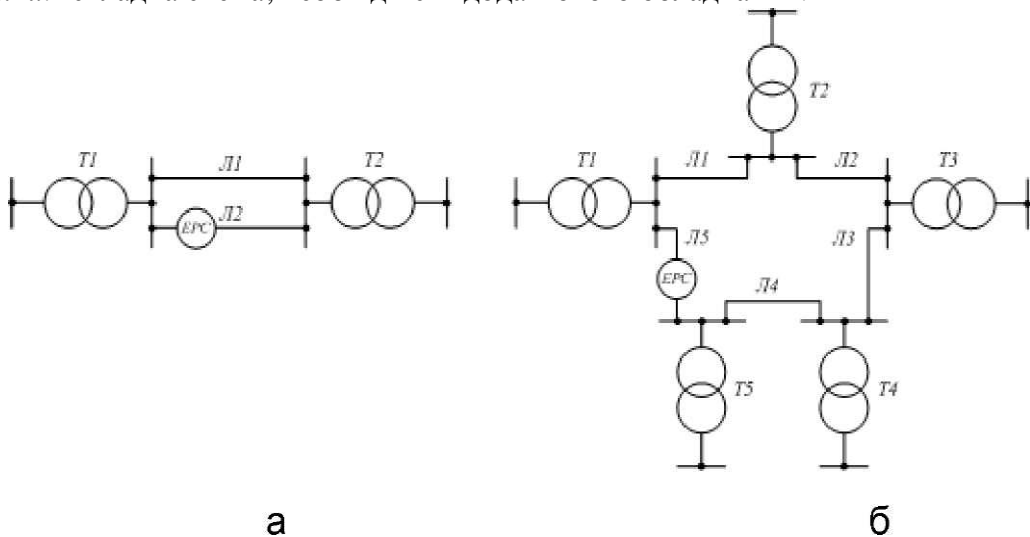


Рис. 4. Схеми плавлення ожеледі методом включення ЕРС у контур: а - при паралельних лініях; б - при кільцевій мережі

Плавлення постійним струмом. За таким способом використовують спеціальні установки, виконані на базі некерованих мостових випрямлячів або керованого шестиполусного випрямляча [3]. Для першого випадку можлива лише дискретність у виборі струму плавки, другий має ряд переваг: можливість плавного регулювання струму плавлення, підвищується оперативність плавлення, полегшується робота комутаційних пристроїв.

Сучасне комутаційне обладнання для боротьби з ожеледдю. Велику роль в боротьбі з ожеледдю відіграє сучасне комутаційне обладнання, зокрема реклоузери, а також побудовані на їх основі комірочки комплектних розподільчих пристроїв (КРП), обладнання телесигналізації та телекерування.

КРП – комплектно-розподільчі пристрої. У теперішній час випускаються комплектні розподільчі пристрої зовнішньої установки серії К-112, що призначені для автоматизації електричних мереж 6-10 кВ. Комірочки К-112 можуть мати декілька функціональних призначень, одним з яких є плавка ожеледі методом короткого замикання [1]. Також випускаються комплектні пристрої серії К-123, які є удосконаленим аналогом серії К-112 і мають мікропроцесорний блок релейного захисту і автоматики „Сириус СП”. Використання комірок зовнішньої установки типів К-112, К-123 та подібних ним дозволяє швидко проводити плавку ожеледі на лініях електропередачі, не витрачаючи час на збірку схеми плавки вручну [4].

Реклоузери. Ще більшого ефекту можна досягти при використанні реклоузерів – пристроїв, що поєднують в собі комутаційні апарати, пристрої протиаварійної автоматики (АПВ, АВР), пристрої релейного захисту (МСЗ, захист від замикань на землю тощо), а також оснащені пристроями плавки ожеледі. Суттєвою перевагою реклоузерів є можливість роботи у повністю автономному режимі, що дає можливість проводити децентралізоване керування розподільчими мережами. Однак звичайно реклоузери пов'язані із центром живлення каналами зв'язку, що дозволяє, по-перше, керувати ними з диспетчерського щита, а по-друге, організувати прийом інформації від реклоузерів за допомогою стандартних протоколів обміну [3].

Що стосується конкретно плавки ожеледі, то використання реклоузерів дозволяє суттєво (в декілька разів) скоротити час підготовки схеми плавки. Встановлення реклоузера дозволяє вмикати його із диспетчерського пункту або із найближчої підстанції, як тільки буде отримана інформація про наявність ожеледі і необхідність її плавлення. При цьому не потрібен виїзд оперативного персоналу до місця встановлення реклоузера [5]. Крім цього, завдяки каналам зв'язку оперативний персонал має можливість контролювати наявність напруги на лінії і струм плавки у режимі реального часу.

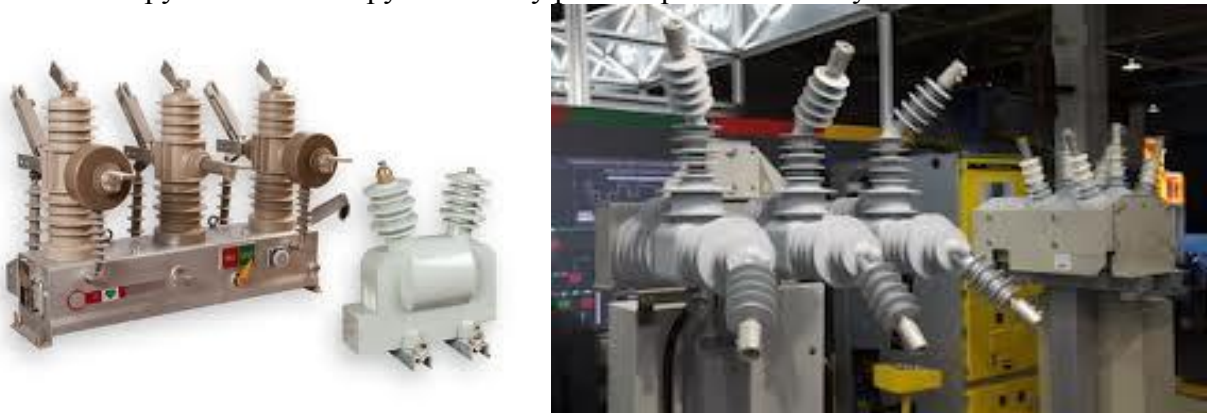


Рис. 5. Реклоузери

Результати досліджень. Наведені методи та шляхи боротьби з ожеледдю не вичерпують всі існуючі рішення цієї проблеми. Так, нині в окремих випадках використовують (починають використовувати) проводи складної конструкції типу AERO-Z (Nexans, Бельгія),

що мають 2-подібні зовнішні витки. Така будова забезпечує високу крутильну жорсткість та низький вплив, і, вітрових навантажень на проводи як результат, зменшення впливу ожеледі.

Висновки. Проведений нами аналіз дає підстави стверджувати, що для негайного плавлення ожеледі в уже існуючій аварійній ситуації доцільно використовувати метод короткого замикання; для профілактики і попередження ожеледеутворення - всі інші перераховані методи. Разом з тим, враховуючи достатньо високу ефективність вищеперахованих методів, практика показує, що вони не завжди забезпечують надійне електропостачання, особливо з врахуванням сучасних вимог. Тому треба шукати нові, сучасні шляхи захисту повітряних ліній електропередачі від впливу ожеледі. Серед таких методів можна, наприклад, запропонувати застосування фторопластових поверхневих покриттів з низьким ступенем адгезії, методів направленої регулювання режимів поверхневої активності з використанням електричного поля високої напруги та ін.

Список використаних джерел.

1. Дьяков А. Ф. Системный подход к проблеме предотвращения и ликвидации гололедных аварий в энергосистемах / Дьяков А. Ф. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 160 с.
2. Рудакова Р. М. Борьба с гололедом в электросетевых предприятиях: Пособие по вопросам организации борьбы с гололедом / Рудакова Р. М., Вавилова И. В., Голубков И. Е. - Уфа: Башкирэнерго, 1995. - 126 с.
3. Быстрицкий Г.Ф. Методы борьбы с гололедом на воздушных линиях электропередачи / Быстрицкий Г.Ф. // Главный энергетик. - 2008. - №2 - С. 14 - 23.
4. Комплектное устройство наружной установки для автоматизации электрических сетей 6-10 кВ с цифровым устройством РЗиА серии К-123 [Электронный ресурс] / <http://www.tdmoselectro.ru/catalog/?elem=44>.
5. Реклоузеры: от идеологии к технологии // Корпоративный журнал «Таврида Электрик» «В мире ТЕР». -2007. - №2 (0 7). - С.12-18.

УДК 658.011.56

ТЕХНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА СУШАРОК ЗЕРНОПУНКТІВ

Зубатюк К.О. (5 курс),
Постнікова М.В., к.т.н.*Таврійський державний агротехнологічний університет**Проведена техніко-енергетична оцінка сушарок зернопунктів.*

49

Постановка проблеми. Основу проблеми подальшого вдосконалення післязбиральної обробки зерна в умовах господарств складають задачі підвищення якості кінцевого продукту та зниження енергоємності процесу.

Аналіз останніх досліджень. Технологія післязбиральної обробки зерна в господарствах упродовж останніх 10-15 років ґрунтується на стаціонарних зерноочисних агрегатах типу ЗАВ-20...ЗАВ-50, зерноочисних сушильних комплексах типу КЗС-10...КЗС-50, наявним парком яких переробляється до 60-70% зерна і насіння в господарствах [1].

Найбільш вартісним і енергоємним процесом в комплексі заходів післязбиральної обробки зерна є сушіння. Зерносушильний парк нашої країни оснащений в основному стаціонарними сушарками шахтного типу. Витрати палива в яких, в найдосконаліших зразках складають 11 кг умовного палива на 1 планову тону зерна. В масштабах країни витрати становлять до 150 тис. тон умовного палива на рік. Вартість зберігання у вітчизняній системі заготівель в 7-10 разів вища, в порівнянні з елеваторами Західної Європи [1].

Технічний рівень основних машин післязбиральної обробки зерна характеризується цілим набором основних показників [2-5]. Це основне технологічне обладнання визначає собою технічний рівень ліній обробки зерна в цілому і якість обробки зерна.

Мета статті. Провести техніко-енергетичну оцінку існуючих сушарок зернопунктів.

Основні матеріали дослідження. Для аналізу сушарок зернопунктів використовуємо методику порівняльної оцінки технологічного обладнання [5]. Для порівняння були обрані наступні показники:

- питома продуктивність, $Q_{num.}$, т/кВт·год.;
- енергоємність обладнання, $E_{num.}$, кВт·год./т.;
- універсальність обладнання, $U_{об.}$, ум. од.;
- питома трудомісткість обслуговування, $T_{num.}$, люд.·год./т.;
- питома габаритні розміри, $\Gamma_{num.}$, м²/т.

В якості критерію техніко-енергетичного рівня обладнання запропонований інтегральний коефіцієнт ефективності обладнання, який визначається за формулою

$$\hat{E}_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m \left[2 \pm \frac{(\ddot{P}_i - n) - \ddot{P}_{min}}{\ddot{P}_i} \right],$$

де \ddot{P}_i – значення i -го показника ряду, що розглядається;

\ddot{P}_{min} – значення мінімального з “ m ” показників ряду;

n – величина, що характеризує найбільше відхилення значень показників ряду.

При цьому

$$n = \frac{\ddot{P}_{max} - \ddot{P}_{min}}{m},$$

де m – загальне число показників, що використовуються для оцінки обладнання;

\ddot{P}_{max} , \ddot{P}_{min} – максимальне і мінімальне значення із загальної кількості показників.

Технічні характеристики сушарок зернопунктів представлені в таблиці 1. Дані розрахунку техніко-енергетичних показників сучасних сушарок приведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Технічна характеристика сушарок

Показник	Сушарки				
	ДСП-16	ДСП-32	СЗШ-16	ЛСО-11	К4-УСА
1 Продуктивність по пшениці продовольчого призначення при зниженні вологості з 20 до 14%, т/год.	16	32	16	40	10
2 Встановлена потужність, кВт	40	71	60,8	273,6	40
3 Питома витрата електроенергії, кВт·год./т	2,5	2,2	3,8	4,16	4
4 Кількість теплоти, кДж/год.	5750000	11500000	5810000	7160000	3510000
5 ККД	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
6 Габаритні розміри, мм					
- довжина	3250	3250	2030	30000	9300
- ширина	1000	1000	1000	11000	2750
- висота	11300	11300	6400	24000	4000
7 Маса, кг	10000	100000	50000	194000	32000

Таблиця 2 – Техніко-енергетичні показники сушарок

Тип машини	Питома продуктивність, $Q_{\text{пит.}}$, т/кВт·год.	Енергоємність обладнання, $E_{\text{пит.}}$, кВт·год./т	Універсальність обладнання, $U_{\text{об.}}$, ум. од.	Питомі габаритні розміри, $\Gamma_{\text{пит.}}$, м ² /т	Трудоємність обслуговування, $T_{\text{пит.}}$, люд.·год./т	Сумарний інтегральний коефіцієнт ефективності, K_{Σ}
ДСП-16	0,4	2,94	1,17	0,2	0,06	20,87
ДСП-32	0,45	2,61	1,17	0,1	0,03	33,7
СЗШ-16	0,26	4,47	1,3	0,13	0,06	34,95
ЛСО-11	0,15	8,05	1,25	8,25	0,025	62,27
К4-УСА	0,25	4,7	1	2,56	0,1	14,72

Висновок. Обладнання, що має найбільший сумарний інтегральний коефіцієнт ефективності, є найбільш ефективним і досконалим.

Проведена в роботі техніко-енергетична оцінка сушарок показала, що найбільш ефективним обладнанням є сушарки ЛСО-11, СЗШ-16, так як коефіцієнт техніко-енергетичної оцінки найбільший і дорівнює 62,27 і 34,95 відповідно.

Список використаних джерел.

- 1 Проблеми механізації зберігання і переробки зерна (стан і перспективи) // Пропозиція. – 2000. - №8-9. – С. 86-88.
- 2 Прогноз розвитку техніки для очистки зерна в с.х. Советского Союза // ГС КБ. – Воронеж: 1986. – 112 с.
- 3 Желтов В.С. Механизация послеуборочной обработки зерна. Справочник / В.С. Желтов, Г.Н. Павлихин, В.М. Соловьёв. – М.: Колос, 1973. – 255 с.
- 4 Машины для послеуборочной обработки зерна / [Б.С. Окнин, Н.В. Горбачёв и др.]. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.
- 5 Назарьян Г.Н. Методика сравнительной оценки технологического оборудования в курсовых и дипломных проектах / Г.Н. Назарьян, А.П. Карпова // Збірник науково-методичних праць. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. – Вип. 8. – С. 62-68.

УДК 631.344.8

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВИТРАТ У ТЕПЛИЦЯХ

Грибачов Ю.М.,
Перегудов Я.С. (4 курс),
Сабо А.Г. к.т.н., доцент.
Кашкар'юв А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

На основі аналізу енергетичних витрат у теплицях запропоновані шляхи їх зменшення шляхом використання непрозорого покриття та біологічної підкормки вуглекислим газом.

51

Постановка проблеми. Для продовольчої безпеки та здорового харчування населення необхідно забезпечити як достатнє виробництво овочевої продукції, так і її рівномірне надходження протягом усього року. Між тим, споживання овочів знизилося до критичних показників. Це насамперед пов'язано з недостатньою площею, яка відводиться під овочеві культури як у відкритому, так і закритому ґрунті, який, зокрема, є джерелом розсади у відкритому ґрунті. Значною мірою це зумовлено постійним подорожчанням енергоресурсів, які становлять майже половину собівартості отриманої в захисному ґрунті продукції [1]. Саме тому тепличне виробництво належить до найбільш енергоємних виробництв [2]. При цьому на 1 га зимових теплиць витрачається до 3 тис тонн умовного палива, причому витрати на опалення та освітлення становлять близько 40-50% собівартості продукції [1]. Сумарна потужність усіх систем обігріву теплиці блочного типу на 1 га сягає 6,5-8 МВт [2].

Таким чином, для нарощування виробництва овочів, збільшення площ споруд захищеного ґрунту та підвищення її економічної ефективності необхідно шукати нові шляхи зменшення витрат енергоресурсів, що споживаються насамперед для створення мікроклімату [1].

Аналіз останніх досліджень. Популярним засобом зменшення витрат є автоматизація технологічного процесу вирощування та забезпечення контролю і регулювання параметрів мікроклімату. Якщо поміркувати, то виявляється, що технологічний процес не можна повністю автоматизувати, що безпосередньо впливає на вартість кінцевої продукції, а автоматичний контроль та регулювання параметрів мікроклімату є складною функцією багатьох складових, серед яких слід згадати умови зовнішнього середовища (змінюються в досить широкі межі, і ці зміни мають підчас близький до випадкового характер, тоді як теплиця має значну інерційність, що у поєднанні значно ускладнює роботу автоматичних систем управління, здорожує їх та веде до перевитрат енергії) та особливості конструкції самої споруди, в якій намагаються поєднати надзвичайно протилежні вимоги [1].

Також сучасна теплиця як об'єкт управління температурним режимом характеризується незадовільною динамікою і не стаціонарністю параметрів, що зумовлено особливостями технології виробництва. Агротехнічні ж норми передбачають високу точність стабілізації температури ($\pm 1^\circ\text{C}$), вчасну її зміни в залежності від фізіологічного стану рослини. Відповідно, стають високі вимоги до функціонування й технічної досконалості обладнання автоматизації [2].

Однією з основних причин високих витрат електроенергії на штучне опромінення є досить не високий коефіцієнт корисної дії (ККД) випромінювачів. При цьому слід враховувати, що рослини використовують лише кілька відсотків енергії падаючого світлового потоку, тому існує можливість за рахунок використання резонансних явищ підвищити ККД фотосинтезу [1], також необхідно слідкувати за тривалістю та спектральним складом світла.

Велику увагу приділяють хімічному складу повітря. Цей пункт використовують як резерв підвищення виробничих показників на сформованих площах. При підвищенні концентрації вуглекислого газу до 0,2%, навіть при зимовій нестачі світла врожайність може зрости на 35% [3]. Однак, підтримання необхідної концентрації повітря має ряд технологічних труднощів, обумовлених обслуговуючим персоналом та теоретичною неможливістю створення замкненої системи вентиляції. І цей показник також впливає на собівартість продукції.

Існуючі заходи енергозбереження, які здатні забезпечити зниження витрат до десятків відсотків, не вирішують проблеми радикально. Для цього необхідно зменшити згадані витрати у кілька разів. Для енергозаощаджувальних технологій зберігає свою привабливість обігрів теплиці. Для прикладу розглянемо спрощену схему теплових потоків в теплиці (рис. 1).

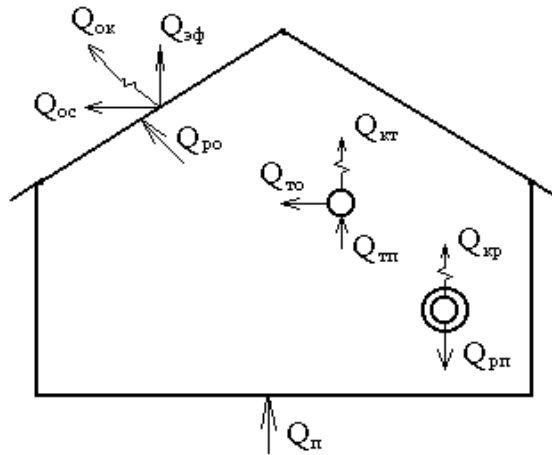


Рис. 1. Спрощена схема теплових потоків в теплиці: $Q_{п}$ – тепловий потік від обігріву ґрунту; $Q_{кр}$, $Q_{кт}$ – теплові потоки конвекції від ребристих та гладкотрубних пристроїв; $Q_{рп}$, $Q_{ро}$ – теплові потоки випромінюванням від ребристих пристроїв на ґрунт та огорожу; $Q_{тп}$, $Q_{то}$ – теплові потоки випромінюванням від гладкотрубних пристроїв на ґрунт та огорожу; $Q_{ок}$ – теплові потоки до огорожі від внутрішнього повітря; $Q_{эф}$, $Q_{ос}$ – теплові потоки від огорожі в оточуюче середовище, між огорожами та оточуючими спорудами

Для схеми, зображеної на рисунку 1, тепловий баланс виглядає так:

$$Q_{п} + Q_{кр} + Q_{рп} + Q_{ро} + Q_{кт} + Q_{тп} + Q_{то} = (Q_{ок} + Q_{эф} + Q_{ос}) \cdot [1 + \alpha \cdot (\rho_{з} - \rho_{в})]$$

де α - коефіцієнт, що характеризує вид огорожі;

$\rho_{з}$, $\rho_{в}$ – щільність зовнішнього та внутрішнього повітря.

Мета статті полягає визначенні шляхів удосконалення конструкції теплиць з метою забезпечення їх більшої незалежності від умов оточуючого середовища, та забезпечити максимальні можливості для регулювання енергетичних потоків для значного зменшення витрат не відновлювальної енергії.

Основні матеріали дослідження. У контексті поставлено мети, найбільш перспективним виглядає створення тепличних споруд із теплоізолюючим світлонепроникним покриттям. Саме використання таких теплиць дозволить у кілька разів зменшити вплив оточуючого середовища на мікроклімат в середині приміщення та надасть змогу створити замкнену систему вентиляції.

Для практичної реалізації можна використати проекти типових теплиць для Півночі, де вони набули широкого розповсюдження [4, 5].

Для прикладу розглянемо двоповерхову будівлю з загальною рослинною площею 300 м². Трудовитрати та споживання електричної енергії відповідно дорівнюють 8,2 люд-год/ц та 242МДж/кг (67 кВт-год/кг). Передбачений гідропонний спосіб вирощування рослин при штучному опроміненні. Підгодівлю вуглекислим газом виконують рециркуляцією повітря між рослинами (у денній камері поглинають вуглекислий газ, в нічній - виділяють). Денне відділення обігривається теплотою випромінювачів та нагрівальних установок, нічне – теплим повітрям з першого [4].

Як додаткове джерело вуглекислого газу перспективним виглядає використання грибів. За пропозицією яка приведена на рисунку 2 [3].

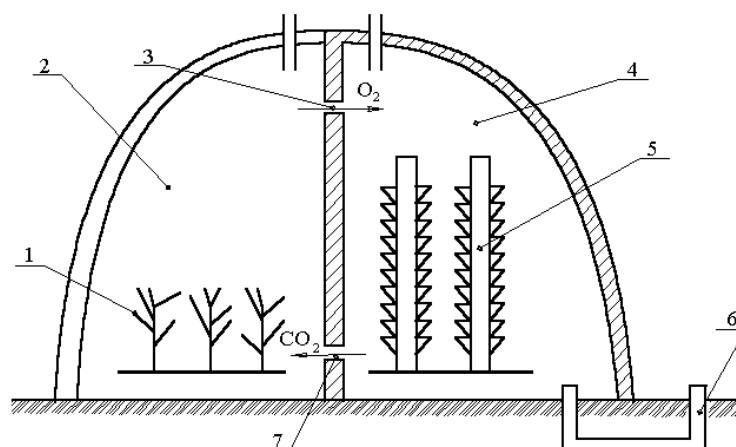


Рис. 2. Конструкція теплиці, де в якості джерела вуглекислого газу застосовують гриби (на вертикальних плитах): 1 – овочеві рослини; 2 – світле відділення; 3 – сполучені прорізи; 4 – затемнений відсік; 5 – грибниця; 6 – повітровід; 7 – сполучений канал для переходу вуглекислого газу

Висновки. Використання тепличних споруд з тепло ізолюючим світлонепроникним покриттям дозволяє реалізувати енергозаощаджувальні технології з більшою ефективністю ніж у звичайних теплицях. Перш за все це стосується опалення, освітлення та опромінення, руху повітря та ін. Також створені умови для упровадження відновлювальних джерел енергії та нетрадиційних методів вирішення технологічних задач.

Спрощенні умови для автоматичного контролю та регулювання параметрів мікроклімату дозволяють реалізувати простіші енергозаощаджувальні алгоритми керування параметрами мікроклімату.

Використанні нових високоефективних сортів покращить економічні показники будь-якого підприємства.

І нарешті, з огляду на сучасний стан екології, такі теплиці сприятимуть забезпеченню вирощування екологічно майже чистої продукції.

Список використаних джерел

1. Корчемний М.О. Можливості енергозбереження при застосуванні штучного опромінення у спорудах захищеного ґрунту/ М.О. Корчемний, А.Г. Сабо.// Електрифікація та автоматизація сільського господарства. – 2003. – №3(4). – С. 78–84.
2. Карпусь Ю.О. Особливості теплиць блочного типу як об'єктів управління параметрами мікроклімату / Ю.О. Карпусь // Вісник аграрної науки. – 1999. – №9. – С. 73–74.
3. Шаповалов Л. Темниця+теплиця=белки+витамины / Л. Шаповалов // Сельский механизатор. –1989. –№2. – С. 35–37.
4. Светонепроницаемая теплица в Якутии // Картофель и овощи. – 1992. – №1. – С. 33–35.
5. Шарупич В.П. Светонепроницаемая теплица для Крайнего Севера / В.П. Шарупич// Механизация и электрификация сельского хозяйства – 1987. – №4. – С. 31–32.



Електротехнології в АПК

УДК 621.32

ДІАГНОСТУВАННЯ ТА РЕМОНТ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Піхтарь О.В. (3 курс),

Жарков В.Я. к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Для подовження терміну експлуатації та поширення впровадження компактних люмінесцентних ламп пропонується їх ремонтувати. Розглянута технологія діагностики і ремонту цих ламп*

55

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

Аналіз останніх досліджень. Альтернативою ЛР є компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ). Завдяки продуманій конструкції вони легко встановлюються в стандартний патрон Е27 для ЛР, розрахований для роботи від мережі 220 В, 50 Гц. Крім більш високого ККД, такі лампи відрізняються тривалим терміном служби (виробники гарантують 8 – 12 тис. год.), і відсутністю мерехтіння, характерного для звичайних люмінесцентних ламп. Однак вартість КЛЛ у 10...20 разів перевищує вартість ЛР і складає 20...35 грн (для ламп побутового призначення). Проте пересічні громадяни не торопляться обзаводитися КЛЛ – по-перше із-за ціни, а по-друге із-за відсутності будь-якої гарантії від продавця.

Мета статті. Всебічно обґрунтувати доцільність і технологію діагностики та ремонту компактних люмінесцентних ламп (КЛЛ), що позитивно вплине на купівельну спроможність нашого населення і прискорить заміну ЛР на КЛЛ, а тим самим зменшити викиди ПГ до атмосфери.

Основні матеріали дослідження. В даний час більш чверті усієї виробленої електроенергії у світі витрачається на штучне освітлення[3]. Тому проблема заміни енерговитратних ламп розжарювання на енергозберігаючі лампи (ЕЗЛ), які у п'ять разів менше споживають електроенергії, є всесвітньою проблемою не тільки економічною, а й екологічною, оскільки така заміна призводить до зменшення витрат палива на електростанціях (ЕС) Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України, а отже і до зменшення викидів парникових газів, які сприяють потеплінню клімату на нашій планеті. Для подовження роботи цих ламп пропонуємо їх діагностувати та ремонтувати.

Діагностика компактних люмінесцентних ламп проводиться з метою вирішення основних несправностей.

Перерахуємо основні несправності КЛЛ:

1. Нова лампа не засвічується: причиною може бути поганий контакт у патроні, розрив проводів в електродів або повітря в трубці.

2. Нова лампа при вмиканні блимає і не засвічується: при цьому рекомендується декілька раз її ввімкнути, це може ліквідувати блимання. Якщо лампа продовжує блимати, то причиною може бути несправність стартера, тоді його потрібно замінити.

3. У лампі спостерігається потемніння трубки з одного або двох боків на 50-80 мм. від основ до центру: причиною може бути те, що строк служби лампи закінчується.

4. Ненадійний контакт пружинних контактів. Щоб усунути цю несправність потрібно підігнути контакти.

5. Послаблена різьба на гвинтах. Щоб усунути цю несправність потрібно закрутити гвинти, перевірити надійність кріплення провідників.

6. Ненадійний контакт провідників у конденсатора з виводами в кінці пайки.

Для досягнення діагностики та вирішення основних несправностей КЛЛ ми розпочали своє знайомство з енергозберігаючими лампами DELUX китайського виробництва.

На змальованій нами з КЛЛ ТМ DELUX схемі вказані визначені нами номінали електронних елементів та їхні вітчизняні аналоги [1].

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

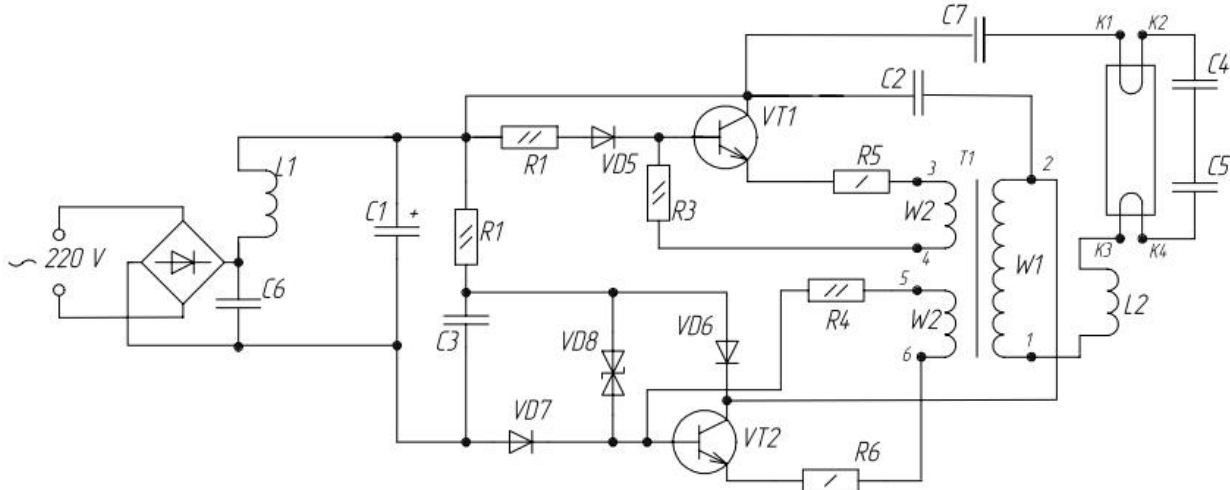


Рисунок 1 – Схема лампи DELUX EQS-04- 28W 6400K 220 V/50 Hz.

Конденсатори:

C1 - 10 мФ 400 V;

C2 - 1н0J 630 V;

C3 - 273J 100 V;

C4, C5 - 6н8J 630 V;

C7 - 47нJ 400 V;

Резистори:

R1, R2 - 1 мОм;

R3, R4 - 20 Ом;

R5, R6 - 2,2 Ом;

VD1...VD7 - діоди 1N4007 (заміна КД209Г);

VT1, VT2 - транзистори 13003 (заміна КТ940А або КТ962А);

VD8 - двосторонній стабілітрон 3BLD;

T1 - трансформатор: W1 - 9 витків; W2, W3 - по 2 витки;

L1 - індуктивність;

L2 - дросель 29 мН.

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

Відразу після включення, коли катоди газорозрядної лампи холодні, підведеної напруги до лампи недостатньо для її загоряння. На цьому етапі коливальний контур складається з послідовно включених конденсаторів С3, С4 і індуктивності L1, що приводить до збільшення частоти автоколивань. Струм, що протікає через катоди і конденсатор С4, приводить до розігріву катодів і загоряння лампи. Після загоряння лампи конденсатор С4 шунтується низьким опором лампи при її світінні, частота автоколивань зменшується до робочої величини, розігрів катодів припиняється. Резистор R7 служить для розряду конденсаторів коливального контуру С3, С4 після вимикання лампи.

Основні несправності КЛЛ, на прикладі лампи ТМ DELUX, з якими ми зіткнулися при дослідженні цих ламп:

1. Основним джерелом пошкоджень більшості ламп Delux була несправність одного з її електродів. Така лампа звичайному ремонту не підлягає. Проте після заміни пошкоджених колб звичайними циліндричними відновлені лампи продовжують нормально працювати.
2. Другим пошкодженням ламп Delux було порушення скрутного з'єднання між електронним баластом і електродами колби. Після виконання з'єднання пайкою електролампа продовжує нормально працювати.
3. Іншим джерелом проблем виявилися резистори R1 і R3, а також конденсатор C1. Після їхньої заміни електронні баласты починають працювати відразу, без усяких проблем, складностей з їх налаштуванням після ремонту не виникало. Якщо після включення не відкривається транзистор VT2, варто перевірити елементи пускового ланцюга R3VD7C6.
4. Ще одним джерелом проблем виявилися пошкодження одного із транзисторів VT1 чи VT2. Після їхньої заміни лампи надійно працюють.

Одним з головних недоліків ЕЗЛ в Україні вважається їх висока вартість, але ми пропонуємо розрахувати термін окупності за формулою (1)[2]:

$$T = \frac{C_{\text{КЛЛ}} - C_{\text{ЛР}}}{0,8 \cdot P_{\text{ЛР}} \cdot C_0}, \quad (1)$$

де $C_{\text{КЛЛ}}$ – ціна 1 КЛЛ, 33 грн.;

$C_{\text{ЛР}}$ – ціна 1 ЛР, 3 грн.;

$P_{\text{ЛР}}$ – потужність 1 ЛР, 0,15 кВт;

C_0 – тариф на електроенергію.

Для виробництва і бюджетних установ $C_0=1,147$ грн./кВт.год (Постанова НКРЕ на 1.01.2013 р.)

$$T = \frac{33 - 3,00}{0,8 \cdot 0,15 \cdot 1,147} = 218 \text{ год.}$$

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

$$T = \frac{218}{3,5} = 62 \text{ доби} \quad \text{або} \quad \frac{62}{30} = 2 \text{ місяці.}$$

Отже термін окупності від заміни однієї ЛР на КЛЛ складе два місяці.

Для міського населення C_0 – тариф на електроенергію, 0,28 грн/кВт·год.

$$T = \frac{33 - 3,00}{0,8 \cdot 0,15 \cdot 0,28} = 893 \text{ год.}$$

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

$$T = \frac{893}{3,5} = 255 \text{ діб або} \quad T = \frac{255}{30} = 8,5 \text{ місяців.}$$

Отже для населення термін окупності від заміни однієї ЛР на КЛЛ складе близько 9-ти місяців. На кухні і в залі лампи горять довше, а отже термін окупності буде меншим.

Чим вищий буде тариф на електроенергію (а він весь час збільшується), тим істотніше буде економія коштів, і тим швидше буде окупатися лампа.

Проте головною проблемою все ж можна вважати утилізацію пошкоджених ламп. КЛЛ – це скляна трубка з електродами, наповнена інертним газом і парами ртуті, які становлять небезпеку для здоров'я людини, тому наші рекомендації наступні:

- продавати КЛЛ населенню тільки в спеціальних магазинах;
- продавець бере невелику заставу; дотримується гарантованих термінів експлуатації;
- при принесенні пошкоджених ламп продавець повертає заставу, або пропонує відремонтувати КЛЛ з доплатою за ремонт;
- пошкоджені лампи продавець відправляє на ремонт, а пошкоджені колби на утилізацію.

Впровадження наших рекомендацій збільшить продаж та вирішить проблему утилізації КЛЛ.

Таким чином, придбання КЛЛ стає вигідним, вони не тільки економлять кошти, а також набагато зменшують викиди ПГ до атмосфери. Наприклад, виробництво електричної енергії в Україні за 2011 р становить близько 200 млрд. кВт·год., з них 25% йде на освітлення, тобто $0,25 \cdot 200 = 50$ млрд. кВт·год. Якщо, хоча б половину ЛР замінити на КЛЛ, які економлять 80% електроенергії, то викиди ПГ меншаться на 20 млрд.т.

Відмова від традиційних ЛР відбувається в усьому світі, як у добровільному, так і в законодавчому порядку У Євросоюзі з 2011 року повністю відмовились від ЛР потужністю 60, 75 та 100 Вт. З першого січня 2009 року від ЛР потужністю 75, 100 і 150 Вт відмовилася Великобританія. Не відстають від Європи й інші частини світу. Австралія від ЛР повністю відмовляється з 2010 року. Росія також має намір наслідувати приклад Європи і розпрощатися з ЛР. Оголосити поза законом ЛР збираються і в штаті Каліфорнія [2].

Проте уряд Постановою КМУ від 16 жовтня 2008 р. у всіх бюджетних організаціях запланував замінити всі ЛР на енергоекономічні. Купувати нові ЛР бюджетним організаціям взагалі заборонено.

Висновок. Запропонована технологія діагностування та ремонту КЛЛ сприяє збільшенню купівельної спроможності населення, а отже - заміні існуючих ЛР на ЕЗЛ:

- для споживачів - це економія коштів на освітлення;
- застосовуючи сучасні джерела світла у бюджетних організаціях здійснюються заходи щодо зменшення обсягу споживання енергоресурсів, та відповідно заощаджуються кошти державного бюджету країни;
- для світової спільноти - зменшення викидів ПГ, що визивають потепління клімату на Землі.

Список використаних джерел

1. Обґрунтування необхідності і технології ремонту компактних люмінесцентних ламп/ Е.Р. Білялов, О.О. Шушара, Д.М. Мисов, В.Я. Жарков // Матеріали наук.-техн. конференції студентів та магістрантів.- Вип. XI, т 2.- Мелітополь: ТДАТУ, 2012.- С. 72-76.

2. Коваленко І.В. Обґрунтування заміни ламп розжарювання на енергоекономічні для освітлення навчального закладу/ І.В Коваленко, А.І. Кащєєва, В.Я. Жарков // Матеріали наук.-техн. конф. студентів. - Вип. XI, т 2.- Мелітополь: ТДАТУ, 2012. С. 28-32.

3. Царьов К.В. Ремонт компактных энергосберегающих люминесцентных ламп/ К.В. Царьов //Электрик.-2006.-№11-12.-С. 59-61.

УДК 628.941.8

ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДНИХ СВІТИЛЬНИКІВ В СПОРУДАХ ЗАХИЩЕНОГО ҐРУНТУ

К.С. Куталова, студентка 31ЕН

О.С. Квітка, студент 21МБЕН

С.О. Квітка., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто стан і перспективи застосування світлодіодних світильників для освітлювання рослин в спорудах захищеного ґрунту.

59

Постановка проблеми. Оптичне випромінювання все більшою мірою використовується в сучасних технологічних процесах в промисловості і сільському господарстві, стає невід'ємною частиною фотохімічних виробництв, грає всезростаючу роль в підвищенні продуктивності тваринництва, врожайності рослинних культур [1].

Аналіз останніх досліджень. Фотосинтез - головний процес життєдіяльності рослин, що відповідає за їх зростання і розвиток. Більше 95% сухої речовини рослин створюється в результаті цього процесу. Управління фотосинтезом - найбільш ефективний шлях дії на продуктивність і врожайність рослин. Доведено, що джерелом енергії для фотосинтезу служить переважно довгохвильова частина спектру (червоні промені), а вплив короткохвильової частини (синє-зеленої) менш істотно.

Проводилися і інші дослідження дії випромінювання видимої частини спектрального діапазону на рослини. Зокрема, досліджувався вплив інтенсивності і спектрального складу світла на ефективність фотосинтезу і продуктивність різних рослин [2]. У рослин за поглинання світла відповідають спеціальні пігменти. Світло, отримане різними пігментами, витрачається на різні цілі: пігменти з піком чутливості в червоній області спектру відповідають за розвиток кореневої системи, дозрівання плодів, цвітіння рослин; пігменти з піком поглинання в синій області відповідають за збільшення зеленої маси; зелена частина спектру випромінювання корисна для фотосинтезу щільного листя і листя нижніх ярусів, куди сині і червоні промені майже не проникають. Решта частин спектру рослинами практично не використовуються.

В результаті досліджень було встановлено, що найбільш сприятливими для вирощування світлолюбних рослин є інтенсивності в межах 150-220 Вт/м², а оптимальний склад випромінювання має наступне співвідношення енергій по спектру: 30 % - в синій області (380-490 нм), 20 % в зеленій (490-590 нм) і 50 % - в червоній області (600-700 нм). З використанням такого штучного освітлення отримані урожаї, у декілька разів вищі, ніж при звичайному освітленні, причому за коротші (у 1,5-2 рази) терміни [2].

Мета статті. Аналіз стану і перспектив застосування світлодіодних світильників для освітлювання рослин в спорудах захищеного ґрунту.

Основні матеріали дослідження. Отримані результати вказують на можливість застосування світлодіодних світильників для освітлювання рослин. Сучасні світлодіоди перекривають весь видимий діапазон оптичного спектру - від червоного до фіолетового кольору. Діапазон довжин хвиль випромінювання світлодіодів в червоній області спектру складає від 620 до 635 нм, в оранжевій - від 610 до 620 нм, в жовтій - від 585 до 595 нм, в зеленій - від 520 до 535 нм, в блакитній - від 465 до 475 нм і в синій - від 450 до 465 нм. Таким чином, шляхом складання комбінації з світлодіодів різних кольорних груп можна отримати джерело світла з практично будь-яким спектральним складом у видимому діапазоні.

Слід зазначити і інші переваги світлодіодів, наприклад, малу споживану електричну потужність і як наслідок низьке споживання електроенергії пристроями на основі світлодіодів. Крім того, випромінювання світлодіодів направлене, а це дозволяє ефективніше використовувати джерела світла на їх основі. Також треба приймати до уваги, що термін служби

світлодіодів перевищує термін служби ламп мінімум у декілька разів, що робить застосування світлодіодів достатньо ефективним в економічному плані.

Інтенсивність випромінювання світлодіода залежить від струму, що протікає через кристал. Це дозволяє управляти інтенсивністю випромінювання світлодіодного світильника, причому відносно легко - шляхом зміни значення струму. Якщо використовувати в світильнику світлодіоди з різними значеннями довжини хвилі випромінювання, то зміною струму для різних світлодіодів можна отримувати різні за складом і інтенсивності спектри випромінювання і таким чином підбирати спектр світильника залежно від конкретного етапу розвитку рослини.

Крім того, можливість низьковольтного живлення світлодіодів робить їх безпечними, такими що не є потенційними джерелами виникнення пожежі або вибуху [3].

Все перераховане робить світлодіодні світильники дуже привабливими для використання в тепличному освітленні.

В даний час для штучного освітлювання рослин використовуються лампи особливого типу, що отримали назву аграрні.

Випромінювання в діапазоні хвиль від 400 до 700 нм робить найбільший вплив на протікання фотосинтезу і називається «Фотосинтетичним активним». Існує стандартний параметр, що характеризує «яскравість» джерела світла для рослини, - кількість фотонів з довжиною хвилі від 400 до 700 нм, що випромінюються за одну секунду. Ця величина називається фотосинтетичним фотонним потоком (Photosynthetic Photon Flux - PPF) і вимірюється в мікромолях фотонів в секунду, а відношення PPF до споживаної потужності розглядається як коефіцієнт ефективності випромінювання [5].

Крім показників ефективності велике значення має склад спектру випромінювання. Вище вже приводилося оптимальне співвідношення енергій по спектру: 30% - в синій області, 20% - в зеленій і 50% - в червоній. Таке співвідношення забезпечує вирощування повноцінних рослин, а сильне порушення його приводить до відхилень в розвитку. Наприклад, якщо велика частина енергії випромінювання доводиться на синю область спектру, це приводить до формування низькорослих рослин з високим фотосинтезом, але низькою продуктивністю. Сильне накачування червоним, навпаки, приводить до зайвого зростання вегетативних органів в збиток генеративним.

На рис. 1 наведені спектри натрієвої лампи високого тиску, світлодіодного світильника XLight і крива ефективності фотосинтезу [5].

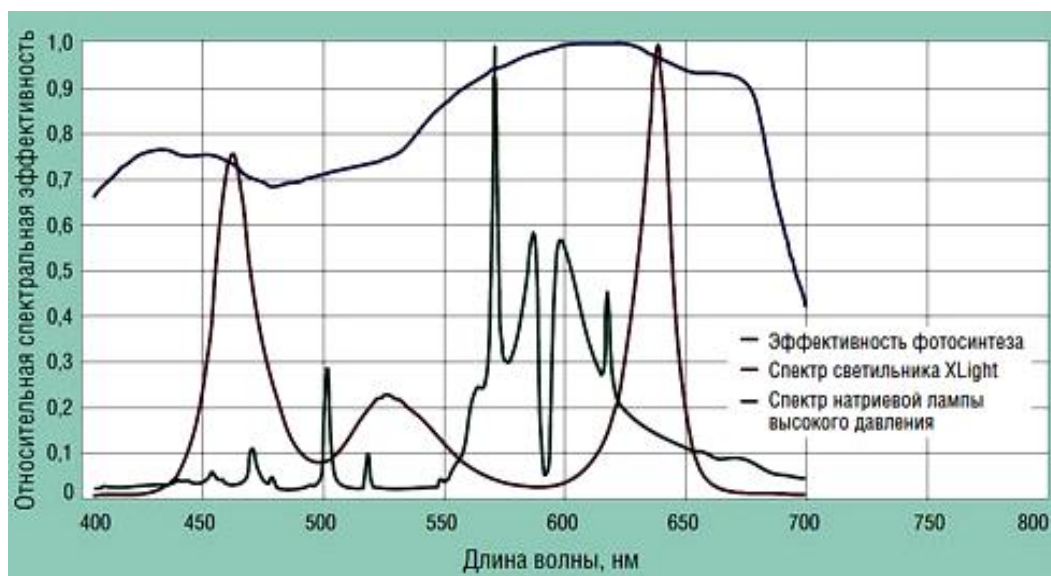


Рис. 1. Графік співвідношення спектрів ефективності фотосинтезу натрієвої лампи високого тиску і світлодіодного агросвітильника XLight

Натрієві лампи мають високе співвідношення PPF/Вт - не менше 1,8 мкмоль/(с·Вт). Розрахункове значення ефективності використання спектру джерела складає 0,92. У спектрі

натрієвої лампи середній рівень інтенсивності в синій області більш ніж в три рази нижче, ніж рівень інтенсивності в червоній області, що говорить про необхідність використання більш інтенсивнішої лампи, а значить, про необхідність підвищення споживаної потужності.

Світлодіодний аграрний світильник XLight був розроблений з урахуванням вимог до тепличного освітлення, і його спектр максимально наближений до оптимального. Розрахункове значення PPF/Вт - 2 мкмоль/(с·Вт). Розрахункове значення ефективності використання спектру джерела - 0,83.

З порівняння даних, які наведені для двох типів джерел можна зробити висновок, що світлодіодний світильник XLight за своїм спектром ближче до оптимального для вирощування рослин, характеризується більш високою віддачею фотосинтетично активного випромінювання, ніж натрієва лампа, і має порівняну з нею ефективність використання спектру джерела. Все це свідчить про можливе ефективніше застосування даного типу світильників для освітлення рослин в процесі вегетації.

Головною перевагою світлодіодного освітлювання можна назвати підбір практично ідеального для зростання рослин спектру випромінювання. Спектр розташований як в синій, так і в оранжево-червоній областях. Червоне світло необхідне для зростання кореневої системи, дозрівання плодів, цвітіння, а синій - для розвитку листя, зростання рослин [4]. У натрієвої лампи основна частина спектру належить оранжево-червоній області і явно бракує синього світла.

Також слід відзначити мале енергоспоживання світлодіодів: орієнтовно при ідентичних світлотехнічних характеристиках один світлодіодний світильник споживає в три рази менше електроенергії в порівнянні з типовим світильником з натрієвою лампою [5]. При всьому цьому, світлодіоди мають довгий термін служби (до 100 000 годин), чим забезпечується тривалий термін експлуатації (до 10 років).

До недоліків світлодіодного освітлення можна віднести відносно великі розміри світильників, що продиктоване прагненням добитися високої інтенсивності випромінювання за рахунок більшої кількості світлодіодів, і порівняно високу вартість світильників на первинному етапі.

Висновки. Окрім істотно меншої споживаної потужності, в порівнянні з натрієвими лампами високого тиску, світлодіоди здатні забезпечити більшу відповідність спектру випромінювання аграрного світильника спектру ефективності фотосинтезу, що дозволяє понизити необхідну потужність випромінювання на одиницю площі теплиці, а отже, і потужність світильника, внаслідок чого відбувається додаткове зниження споживання електроенергії і, як наслідок, скорочення витрат.

Список використаних джерел

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.
2. Протасова Н.Н. Светокультура как способ выявления потенциальной продуктивности растений // Физиология растений. – 1987. – Т. 34. – Вып. 4. – С. 51.
3. Гужов С., Полищук А., Туркин А.. Концепция применения светильников со светодиодами совместно с традиционными источниками света // Современные технологии автоматизации. – 2008. – №1. – С. 14-18.
4. Тихомиров А.А., Шарупич В.П., Лисовский Г.М. Светокультура растений: биофизические и биотехнические основы. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2000. – 213 с.
5. Бахарев И., Прокофьев А., Туркин А., Яковлев А.. Применение светодиодных светильников для освещения теплиц: реальность и перспективы // Аграрное обозрение. – 2011. – №3.

УДК 621.365

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Онук П.П. (магістр, 1 курс),

Чеграхчи О.Г. (1 курс),

Вовк О.Ю. к.т.н., доцент

*Таврійський державний агротехнологічний університет**Робота присвячена аналізу технічних засобів електроопалення житлових приміщень – складової частини системи електроопалення, яка постійно вдосконалюється.*

62

Постановка проблеми. Зарубіжний досвід свідчить про широке використання електроенергії для опалення будинків. Причинами цього є співвідношенням ціни на електроенергію і паливо, поширення децентралізованої системи теплостачання для малоповерхових будівель, м'який клімат. Одним з важливих чинників впливу на використання електроопалення є можливість автономного гнучкого теплового управління залежно від температур зовні та всередині окремих приміщень. Це дозволяє використовувати надмірне тепловиділення, тобто теплоту, що утворюється від сонячної радіації, перебування у помешканні людей, роботи побутових електроприладів тощо. Тому електроопалення житлових приміщень, як найбільш перспективний вид опалення, останнім часом набуває особливої актуальності. Особливо на тлі постійного здороження природного газу та інших видів палива [1].

Аналіз останніх досліджень. Всі системи електрообігріву можна розділити на три групи: традиційне опалення (коли рідинний теплоносіє нагрівається, а потім, проходячи по системі труб та радіаторів, віддає тепло приміщенням, що опалюються), повітряне опалення (коли у якості теплоносія використовується повітря, яке подається після підігріву у приміщення, що опалюються), електричне пряме опалення (коли нагрів приміщення здійснюється без теплоносія і електрична енергія безпосередньо перетворюється у теплову) [1 – 3].

Мета статті. Метою статті є аналіз технічних засобів, які використовуються у наведених вище групах систем електроопалення з тим, щоб виявити найбільш раціональний засіб. При аналізі будемо використовувати дані, наведені у [1 – 3].

Основні матеріали досліджень. До традиційних систем електроопалення слід віднести всі види котлового обладнання, яке працює на електриці. Електричні котли за принципом дії розподіляються на такі групи: прямої дії, не прямої дії, індукційні.

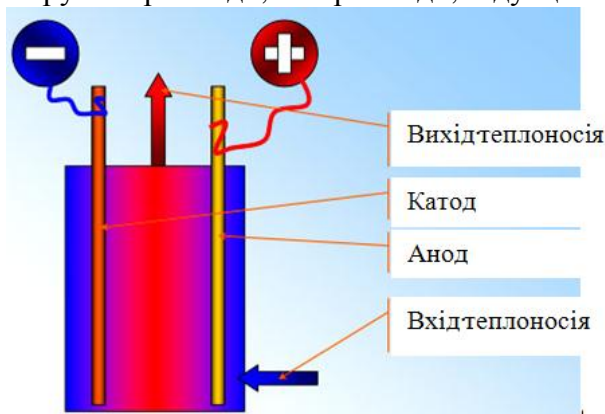


Рис. 1. Конструктивна схема електричного котла

В електричному котлі прямої дії відбувається іонізація води. Позитивні та негативні іони спрямовуються до відповідних електродів, а енергія, що вивільняється у ході цього процесу, забезпечує нагрів теплоносія (тобто води). Конструктивна схема електричного котла наведена на рис.1.

До позитивних якостей таких котлів слід віднести простоту конструкції (надійність), порівняно невеликі габарити та вартість.

Разом з цим, електричні котли прямої дії мають багато недоліків, головні серед яких наступні: у процесі роботи знижується коефіцієнт корисної дії, утворюється накип, виникають значні струми витоку, перегорять електроди, змінюється електропровідність теплоносія, що може призвести до короткого замикання котла.

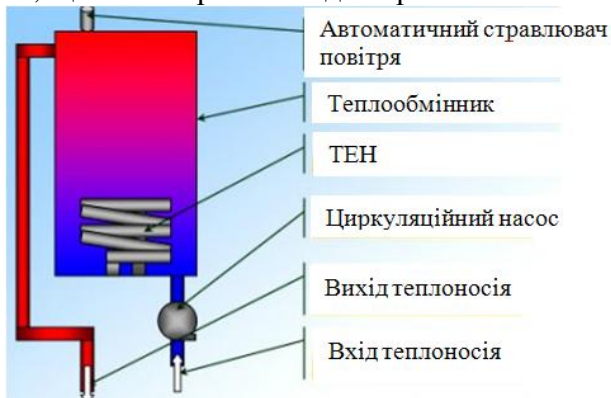


Рис. 2. Конструктивна схема ТЕНового котла

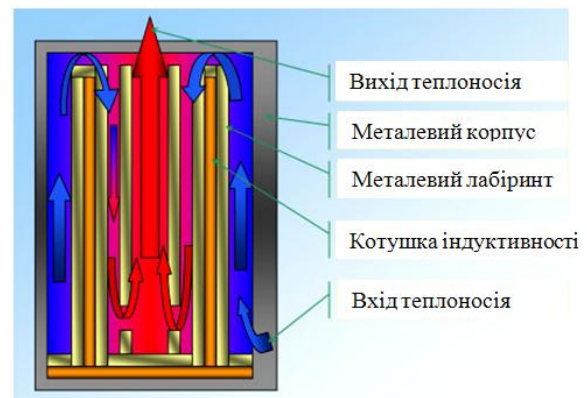


Рис. 3. Конструктивна схема індукційного котла

Принцип дії котлів не прямої дії ґрунтується на тепловій дії струму, яка спостерігається при роботі ТЕНів (трубчастих нагрівачів), які вмонтовані у сталевий резервуар теплообмінника. ТЕН нагріває теплоносії, який циркулює в опалювальній системі та обігріває приміщення. Конструктивна схема ТЕНового котла наведена на рис.2.

Позитивні якості таких котлів наступні: відсутність електричного зв'язку між нагрівачем та теплоносієм; постійна потужність, яка не залежить від теплоносія та легко регулюється; можливість роботи з перегрітим теплоносієм, у якості якого можна використовувати тосол, антифриз або воду.

Електричні котли не прямої дії мають менше недоліків, головні серед яких такі: у процесі роботи перегорить нагрівний елемент, утворюється накип, у разі сухого ходу призводять до виникнення пожеги.

Індукційний електрокотел – це по суті спеціальний трансформатор, розташований у зварному металевому корпусі. Принцип, за яким він працює, ґрунтується на явищі електромагнітної індукції, а саме – на індукційному нагріві матеріалів з феромагнітних сплавів. Функцію первинної обмотки здійснює котушка індуктивності, яка розташована у герметичному відсіку та не має контакту з теплоносієм, що циркулює у контурі котла. Функцію вторинної обмотки здійснює короткозамкнений трубопровід або осердя, який в результаті нагріву вихровими струмами віддає тепло теплоносію, який циркулює всередині або навколо нього. Конструктивна схема індукційного котла наведена на рис.3.

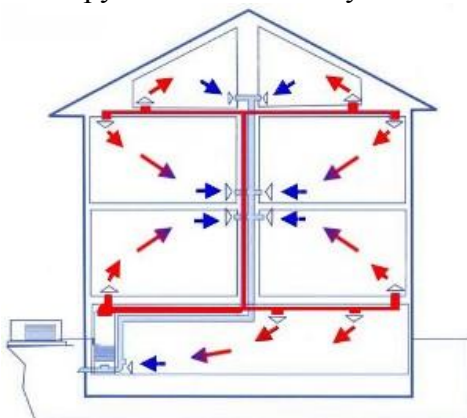


Рис. 4. Повітряна система опалення



Рис. 5. Олійний обігрівач

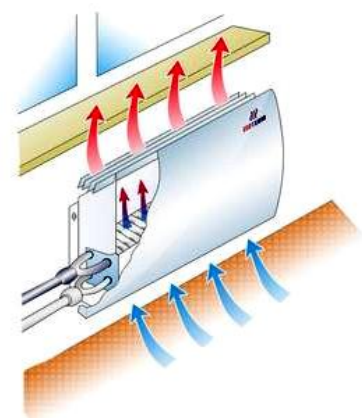


Рис. 6. Електроконвектор

Переваги індукційних котлів: відсутність нагрівальних елементів та роз'ємних з'єднань, що призводить до їх високої надійності; можливість роботи з будь-яким теплоносієм; широкий діапазон регулювання потужності; висока пожегобезпека.

Індукційні котли теж мають певні недоліки – це великі габарити та вартість; важко відчищаються від накипу, який утворюється у процесі роботи.

Повітряні системи опалення теж потребують встановлення електрокотла, а отже мають такі ж самі переваги і недоліки, що зазначені вище. Хоча з екологічної точки зору ця система відрізняється у кращий бік у порівнянні з названими. Крім того, використання у якості теплоносія повітря підвищує надійність системи опалення, кількість повітря, яке поступає до кожного приміщення, легко дозувати шляхом повороту засувки повітроводів (рис.4). Однак, не зважаючи на наявність спеціальних фільтрів, у повітрі, яке проходить через нагрівальний котел, залишаються дрібні частинки пилу та іншої органіки, що вигорять або частково розкладаються на гарячих поверхнях котла, суттєво збільшуючи кількість угарного газу.

До переваг слід віднести те, що нагріте повітря сам по собі володіє серед інших теплоносіїв рядом переваг: швидкість нагріву; висока ступінь проникності; не має потреби у пристроях каналізації теплоносія.

До головних недоліків слід віднести такі: низький рівень тепловіддачі повітря; важкість розподілення гарячого повітря по приміщенням внаслідок незначного напору повітря; висока шумність; надсушіння повітря та спосібність втягувати пил.

Пряме електричне опалення передбачає безпосереднє перетворення електричної енергії у теплову без наявності теплоносія. Технічні засоби прямого електрообігріву розподіляються наступним чином: олійні радіатори, настінні електроконвектори, інфрачервоні обігрівачі, кабельні та плівкові системи, теплонакопичувачі.

Олійні обігрівачі працюють на спеціальній олії, яка після нагрівання віддає тепло металевій поверхні радіатора (рис.5).

Позитивні якості: не спалює кисень (тобто можна використовувати протягом доби), відносно рівномірно нагріває приміщення.

Негативні якості: висока енергоємність, повільно прогріває приміщення, некорисний при протягах.

Електроконвектори – це опалювальні пристрої, що складаються із захисного декоративного металевого корпусу, всередині якого знаходяться трубчасті нагрівачі. У корпусі конвектора є декілька отворів: внизу – для входу холодного повітря, зверху – для виходу нагрітого повітря (рис.6).

Позитивні якості: швидко нагріває повітря, немає шуму при роботі, компактний, споживає електричної енергії менше за олійний обігрівач.

До недоліків слід віднести те, що конвекційні потоки повітря, циркулюючи приміщенням, переносять пил та нерівномірно прогрівають приміщення за висотою.

У інфрачервоних нагрівачів передача тепла від джерела тепла до об'єкта, що обігрівается, відбувається головним чином довгохвильовим інфрачервоним опроміненням. Тобто головною особливістю такого нагрівача є те, що на відміну від інших обігрівачів, які нагрівають повітря приміщення, він нагріває безпосередньо предмети у приміщенні, які в свою чергу віддають тепло повітрю (рис.7).

Позитивні якості: не спалює кисень (тобто можна використовувати протягом доби); відносно енергоефективний (споживає на 50 % електричної енергії менше за олійний обігрівач); безшумний.

Негативні якості: нерівномірність нагріву всього приміщення; наявність світла, яке заважає, особливо, вночі.

Принцип дії кабельного нагрівача базується на тепловій дії електричного струму. Встановлюється нагрівач там, де і споживач тепла. Як правило, його вмонтовують у підлогу, роблячи так звану «теплу підлогу» (рис.8).

Позитивні якості: простота експлуатації, висока швидкість нагріву приміщення, легкість регулювання температури.

Негативні якості: можливість деформації покриття підлоги, значні витрати на електроенергію.

Одним з різновидів нагрівальних пристроїв «теплих підлог» є плівковий нагрівач – пристрій з резистивним прошарком товщиною до 1 мм. Резистивний прошарок після розігріву електричним струмом нагріває фольгу з алюмінію, внаслідок чого нагрівач випромінює

інфрачервоне тепло яке прогріває приміщення. При цьому рівень вологості приміщення не змінюється.

Теплонакопичувач побудований та працює наступним чином. Всередині нього вмонтовані ТЕНи, які розташовані між рядами блоків магnezиту. У нічний час (використовуючи дешеву електричну енергію) ТЕНи нагрівають блоки до значних температур (порядку 7000 °С), а завдяки ефективній теплоізоляції стінок, тепло не зникає, а зберігається всередині накопичувача, як у термосі. При цьому температура поверхні накопичувача незначно підвищується. У денний час тепло, що накопичилось, віддається у приміщення (рис.9).



Рис. 7. Інфрачервоні обігрівачі



Рис. 8. Кабельний електрообігрівач.

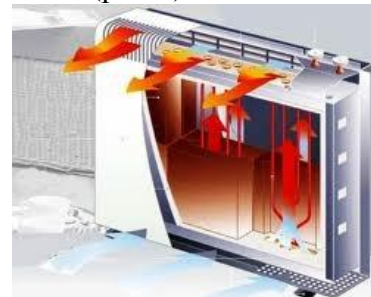


Рис. 9. Теплонакопичувач

Позитивні якості: плавно нагріває приміщення до потрібної температури, за наявності відповідної додаткової апаратури можливість програмування температурного режиму приміщення протягом доби або тижня.

Негативні якості: значні вага та вартість.

Висновок. Приведений аналіз показує, що найбільш раціональним технічним засобом традиційного електроопалення є індукційний електричний котел, а серед технічних засобів прямого електроопалення – плівковий нагрівач та теплонакопичувач.

Список використаних джерел.

1. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984с.
2. Свистунов В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства / Свистунов В.М., Пушняк Н.К. – М.: Политехника, 2001. – 214с.
3. Багаев А.А. Электротехнология / Багаев А.А., Багаев А.И., Куликова Л.В. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 320 с.

УДК 631.171

КОМБИНИРОВАННАЯ СВЧ СУШКА ОВОЩНОГО СЫРЬЯ

Шевчук С.А. (5 курс),
Вендин С.В., д.т.н., профессор

*Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина,
г. Белгород, Россия*

В статье предлагается заменить конвективную сушку подогретым воздухом конвективной сушкой наружным воздухом с нагревом продукта изнутри за счет СВЧ-энергоподвода. В предлагаемом способе сушки вместо нагревательных элементов для подогрева воздуха устанавливается СВЧ-модуль совмещенный с камерой сушки. Исключается подбор скорости подачи теплоносителя для обеспечения режимов сушки во взвешенном слое. Режимы сушки (скорость и конечную температуру нагрева) можно контролировать при постоянной скорости воздуха регулируя выходную мощность СВЧ-генератора.

66

Многочисленные исследования показывают, что для сохранения технологических свойств продукции лучше использовать двухступенчатую сушку. На первом этапе использовать конвективную сушку и далее проводить досушивание в щадящем режиме. Весьма эффективной является двухступенчатая сушка, первой ступенью которой является конвективная сушка во взвешенном слое и второй ступенью - конвективная вакуум-импульсная сушка (КВИС) с чередованием конвективной и вакуумной стадий.

Развитие малых и средних предприятий по производству продукции из овощного сырья требует комплексного подхода к его переработке. Переработка овощной продукции за короткое время с сохранением высокого качества дает значительный экономический эффект. Обеспечить выполнение таких условий можно посредством совершенствования традиционных технологий. Одним из основных способов переработки овощного сырья должна стать сушка, отвечающая требованиям: высокое качество продукции, низкое энергопотребление производства и доступная стоимость готовой продукции.

Существуют различные методы сушки :

- конвективная;
- радиационная;
- контактная;
- вакуумная;
- сублимационная.

Кроме этого возможны различные комбинации указанных методов сушки в одном технологическом процессе.

Важным моментом при сушке является также способ энергоподвода к объекту сушки. Здесь возможны следующие технические и технологические приемы:

- передача теплоты конвекцией;
- передача теплоты теплопроводностью;
- передача теплоты излучением;
- сложный вид теплопередачи (конвекция + теплопроводность и др.);
- нагрев материала за счет внутренних источников теплоты.

Многочисленные исследования показывают, что для сохранения технологических свойств продукции лучше использовать двухступенчатую сушку. На первом этапе использовать конвективную сушку и далее проводить досушивание в щадящем режиме.

Общей задачей для обоих этапов сушки является снижение энергозатрат, которых можно добиться применяя различные способы энергоподвода и методы сушки.

Весьма эффективной является двухступенчатая сушка, первой ступенью которой является конвективная сушка во взвешенном слое и второй ступенью - конвективная вакуум-импульсная сушка (КВИС) с чередованием конвективной и вакуумной стадий.

Сушка сыря в этом случае происходит режиме сменяющихся ступеней и стадий: на первой ступени - подсушка овощного сыря в сушилке горячим воздухом; на второй ступени — досушка овощного сыря в герметичном объеме с прогревом материала в среде теплоносителя с постепенным понижением давления и выдержкой под вакуумом.

В общем случае кинетика процесса двухступенчатой сушки показана на рисунке 1.

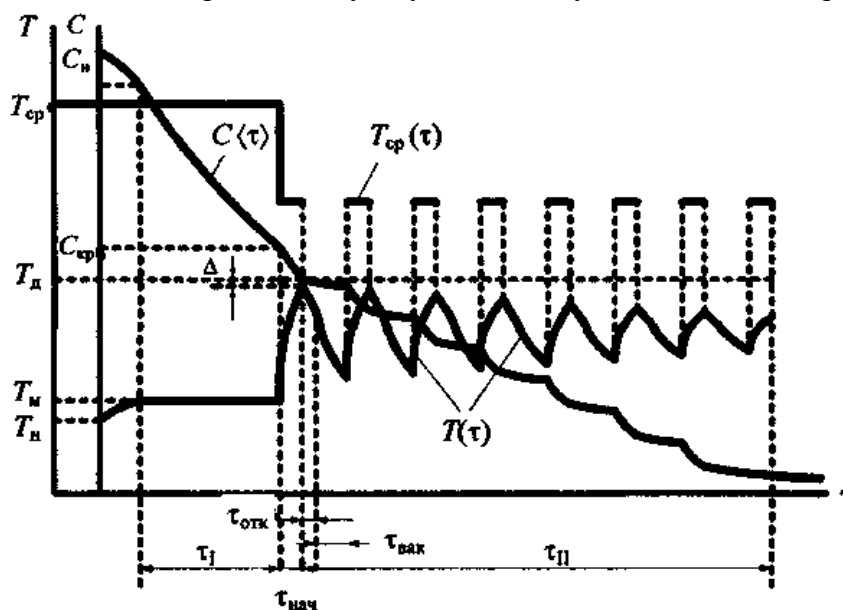


Рис. 1. Кривые сушки двухступенчатого конвективного вакуум-импульсного процесса сушки овощного сыря: C_n - начальное влагосодержание овощного сыря, %; $C_{сп}$ - влагосодержание овощного сыря, соответствующее началу второго периода сушки, %; $T_{сп}$ - температура среды (сушильного агента), К; $T_д$ - температура денатурации овощного сыря, К; T_n - начальная температура овощного сыря, К; T_m - температура мокрого термометра, К; τ_1 - время первого периода сушки, с; τ_{II} - время второго периода сушки, с; $\tau_{нач}$ - время продувки овощного сыря (сушка конвекцией), с; $\tau_{отк}$ - время достижения необходимого значения остаточного давления, Па; $\tau_{вак}$ — время вакуумирования овощного сыря, с

Представленная в работе Поповой И.В. [1] установка для сушки состоит из конвективной установки с закрученным слоем и конвективной вакуум-импульсной установки (рис. 2).

Конвективная установка состоит из электродвигателя 1, контрольно-измерительного прибора 2, вентилятора 9 для подачи нагретого до определенной температуры воздуха через нагревательный элемент в короб 5. В коробе 5 установлен гигрометр 4, второй гигрометр установлен на входе 10. Перед коробом 5, в котором овощное сырье подсушивается посредством конвекции, стоит датчик температуры 3 и датчик скорости потока воздуха 8.

Конвективная вакуум-импульсная установка (рис. 2) состоит из электродвигателя 12, жидкостнокольцевого вакуум-насоса 13 с автоматической регулировкой проходного сечения нагнетательного окна, который используется как для создания вакуума в системе, так и для продувки с минимальными энергозатратами. Емкости 14 и 15 предназначены для подачи и отвода жидкости от насоса. Ресивер 17 предназначен для плавного создания вакуума в системе, а также для облегчения пуска жидкостнокольцевого вакуум-насоса 13. Кран 16 при перекрытии предотвращает попадание жидкости из жидкостнокольцевого вакуум-насоса 13 в ресивер 17. Краны 16, 79 и 20 служат для снижения потерь в ресивере при выключенной установке. Вакуумметр 18 стоит на выходе из ресивера 17, что позволяет получать информацию о вакууме, создаваемом насосом, с допусковой погрешностью.

Недостатками предложенной конструкции сушиллки являются:

- предварительный подогрев воздуха на первой стадии сушки;
- низкая скорость конвективной сушки подогретым воздухом.

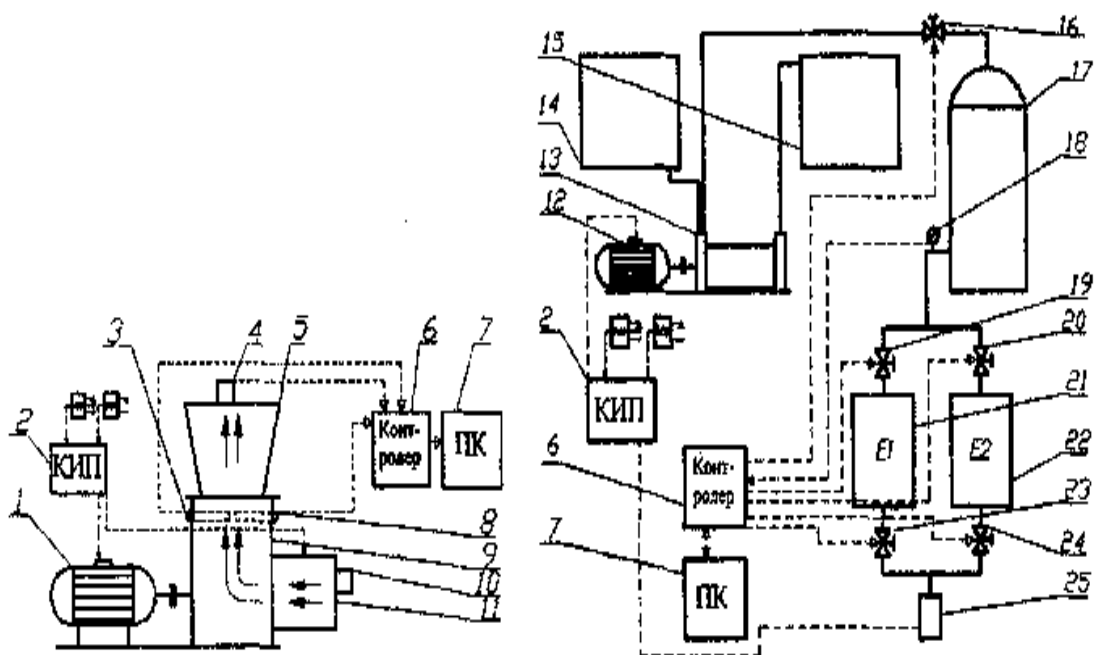


Рис. 2. Схемы экспериментальных установок сушки конвективной с закрученным слоем (слева) и конвективной вакуум-импульсной (справа): 1,12 - электродвигатель; 2 - контрольно-измерительный прибор; 3 - датчик температуры; 4 - гигрометр; 5 - короб; 6 - контроллер; 7 - персональный компьютер; 8 - датчик скорости потока воздуха; 9 - вентилятор; 10 - патрубков входа теплоносителя; 11 - нагревательный элемент; 12 - жидкостнокольцевой вакуумный насос; 14,15 - емкости; 16,19,20,23,24 - кран; 17 - ресивер; 18, 25 - вакуумметр; 21, 22 - вакуумный шкаф

Порядок, в котором осуществляется конвективная ступень сушки, заключается в следующем:

- сырье загружается в сушильную камеру, через которую с помощью воздуходувки подается сушильный агент (воздух);
- подбором скорости подачи теплоносителя устанавливаются режимы сушки во взвешенном слое.

Поэтому предлагается заменить конвективную сушку подогретым воздухом конвективной сушкой наружным воздухом с нагревом продукта изнутри за счет СВЧ-энергоподвода.

Основные преимущества СВЧ-нагрева по сравнению с передачей теплоты в материал путем теплопроводности — его тепловая безынерционность, избирательность, равномерность, высокий КПД преобразования СВЧ-энергии в тепловую. Кроме того, СВЧ-энергию можно подводить к объему через защитные оболочки и тем самым обеспечить сверхчистый нагрев [2].

Преимущества СВЧ энергоподвода при сушке по сравнению с традиционными способами - конвективным, радиационным и контактным, объясняется возможностью разогрева материала по всему объему. В результате чего создается градиент давления жидкости, вытесняющий ее из внутренних слоев к периферийным. Кроме того исключается локальный перегрев поверхностных слоев материала, предотвращая его разрушение. При сушке растительных материалов с использованием СВЧ-энергии происходит также электроплазмолиз клеток и создается пористая структура продукта, что существенно сокращает время сушки.

Конструктивная схема предлагаемой СВЧ сушилки представлена на рисунке 3.

В заключение отметим, что в данном случае из конструкции необходимо убрать нагревательные элементы, а вместо нагревательных элементов для подогрева воздуха устанавливается СВЧ-модуль совмещенный с камерой сушки. При этом исключается подбор скорости подачи теплоносителя для обеспечения режимов сушки во взвешенном слое. Режимы сушки

(скорость и конечную температуру нагрева) можно контролировать при постоянной скорости воздуха регулируя выходную мощность СВЧ-генератора.

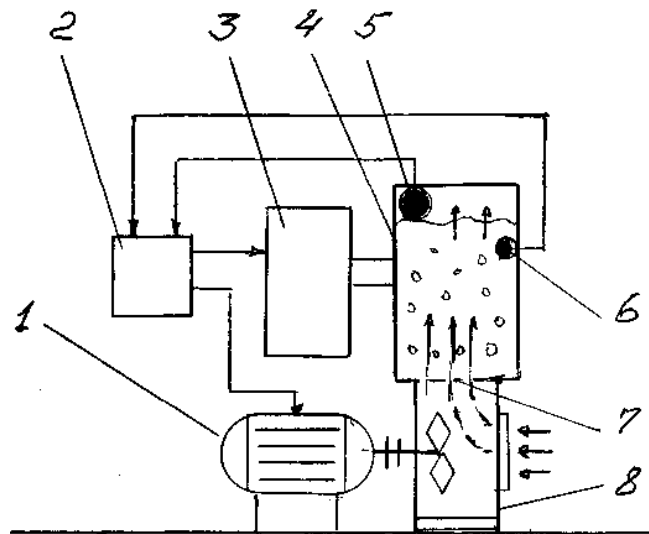


Рис. 3. Схема конвективной СВЧ-сушилки: 1- электродвигатель вентилятора; 2- пульт управления; 3- СВЧ-модуль; 4- камера сушки; 5- гигрометр; 6- датчик температуры; 7- подкамерная решетка; 8 – вентилятор

Список использованных источников

1. Попова И.В. Совершенствование технологии и средств сушки овощного сырья./ Автореф. дисс. к.т.н.-Мичуринск.-2009. 18 с.
2. Вендин С.В. Теоретические основы использования СВЧ-энергии для интенсификации технологических процессов и энергосбережения в растениеводстве.// Бюллетень научных работ ФГОУ ВПО БелГСХА, №1.- Белгород, 2003, С.81-89.

УДК 621.234+681.515

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ СВІТЛОДІОДІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Михайленко М. (4 курс),
Речина О.М., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

В роботі розглянуто переваги застосування світлодіодів в якості джерела освітлення в теплиці на основі проведеного порівняльного аналізу вартісно-експлуатаційних показників різних джерел опромінення.

70

Постановка проблеми. Через стрімке подорожчання енергоресурсів найважливішим питанням сьогодення є впровадження енергозбереження у всі сфери життя. В повній мірі це стосується і сільськогосподарського виробництва, більшість технологічних процесів якого залишається енергоємними. Використання у традиційних технологіях опромінення рослин в теплицях принципово нових джерел світла – світлодіодів, може дозволити значно зменшити показники споживання електроенергії та сприяти збільшенню кінцевої врожайності культур.

Аналіз останніх досліджень. Світлодіодне освітлення — один з перспективних напрямів технологій штучного опромінення, засноване на використанні світлодіодів як джерела світла. Питанням впровадження світлодіодних ламп в тепличні господарства займається майже кожен товаровиробник і, потрібно відзначити, достатньо успішно: близько 5% ринку освітлювальних приладів для теплиць (за даними 2012 року) займають світлодіоди, що безпосередньо пов'язано з його технологічною еволюцією - розробкою так званих надяскравих, потужних світлодіодів для штучного освітлення [1, 3].

Наразі світова інформаційна мережа INTERNET перенасичена суперечливою інформацією щодо можливості використання світлодіодів у тепличному господарстві, що вже само по собі заплутує виробників тепличного овочівництва, особливо малої форми господарювання, і штучно гальмує впровадження передових технологій у сільське господарство. Попри велику кількість досліджень, ще залишається незрозумілим вплив опромінення світлодіодів на морфологічні процеси розвитку рослин та доцільність їх масового використання.

Мета статті. Обґрунтування доцільності застосування світлодіодів у тепличному виробництві в якості джерела опромінювання рослин.

Основні матеріали дослідження. Можливість впровадження світлодіодних ламп в тепличні господарства безпосередньо пов'язано з його технологічною еволюцією - розробкою так званих надяскравих, потужних світлодіодів для штучного освітлення.

Основу конструкції світлодіоду складає напівпровідниковий кристал, що розміщується на підложці, закріпленій у корпусі з контактними виводами та лінза.

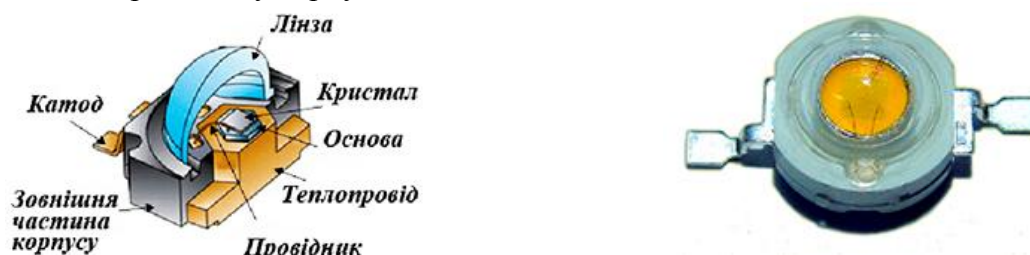


Рис. 1. Конструкція та зовнішній вигляд світлодіоду Epistar потужністю 1 Вт, робочим струмом 600-700мА, напругою 3,6-3,8В, світловіддача 170-190лм

Кристал виготовляють із напівпровідників із різними типами провідності. Світіння відбувається при рекомбінації електронів й дірок в області р-п-переходу при безпосередньому перетворенні струму у світлове випромінювання [3].

При подачі на анод додатної відносно катоду напруги потік електронів протікає через

панель від катоду до аноду. Катод віддає електрони в емісійний шар, а анод забирає їх з провідного шару. Емісійний шар отримує від'ємний заряд, а провідний – додатній. Під дією електростатичних сил електрони та дірки рухаються одне до одного та рекомбінують, при цьому відбувається зменшення енергії електрона, що супроводжується випромінюванням у області видимого світла. Основні властивості світлодіодів визначаються їх електричними та світлотехнічними характеристиками (рис. 2).

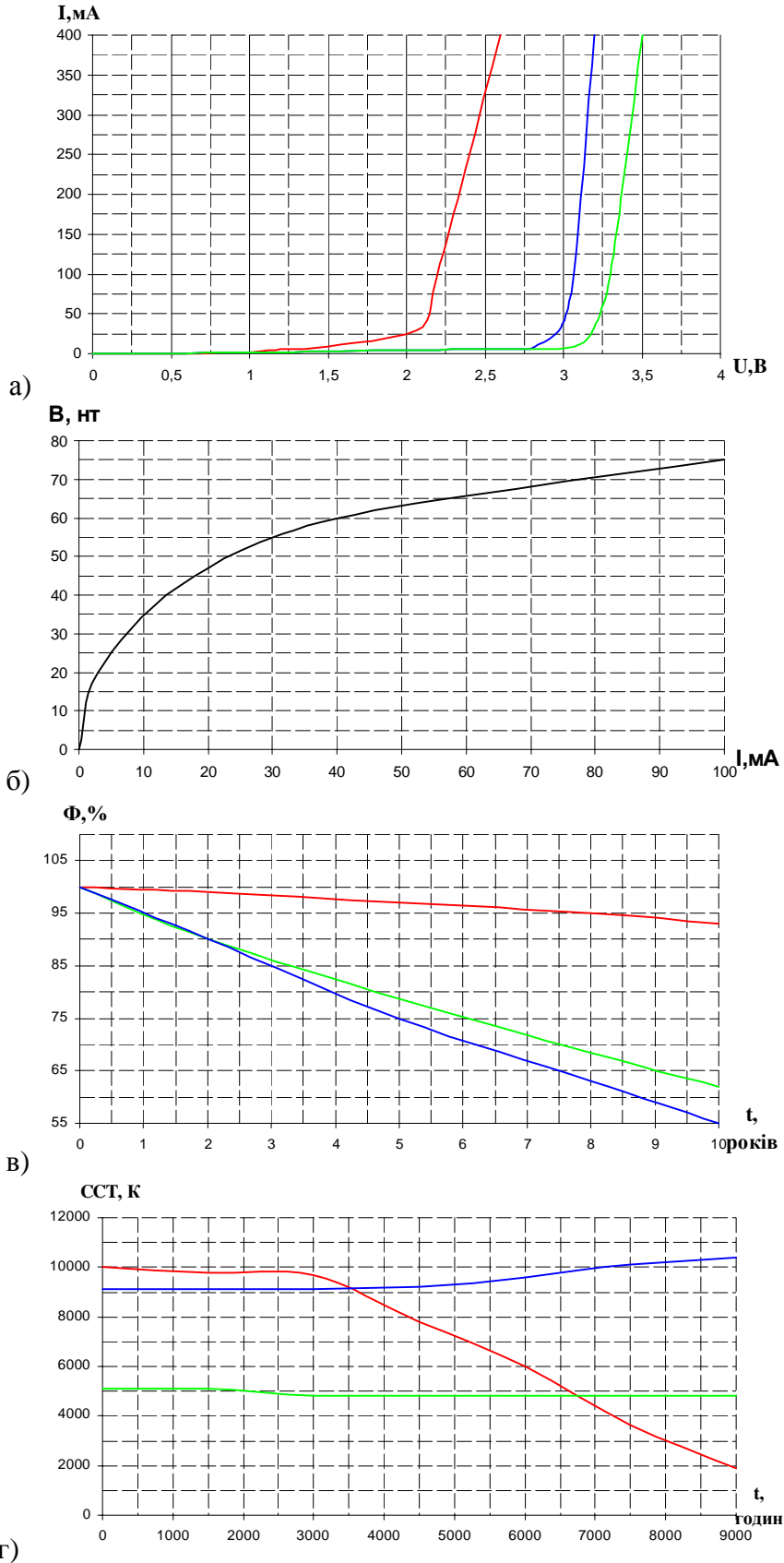


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика (а), залежність світлового потоку (б) і спектру випромінювання (в) червоного, синього та зеленого світлодіодів від тривалості роботи та інтенсивності випромінювання світлодіодів від значення прямого струму (г)

Із характеристики видно, що величина прямої напруги, прикладеної до світлодіоду залежить від спектру випромінювання (ширини забороненої зони) і становить 2-4В. Для тривалої надійної роботи дуже важливо, аби прямий струм світлодіоду не перевищував допустимого значення. При оберненому підключенні світлодіод не випромінює світло.

Випромінювальна характеристика показує залежність інтенсивності випромінювання світлодіоду від прямого струму. Світловий потік світлодіоду та спектр випромінювання не є стабільними і змінюються із часом.

Застосування світлодіодів в якості освітлювальних пристроїв до сьогодні гальмувалось переважно вузьким спектром їх випромінювання, ситуація суттєво змінилась із появою білих світлодіодів. Біле світло отримують трьома способами: перший - змішування кольорів за технологією RGB (на одній матриці щільно розміщуються червоні, блакитні та зелені світлодіоди, випромінювання яких змішується за допомогою оптичної системи, наприклад лінзи), другий спосіб полягає в тому, що на поверхню світлодіоду, що випромінює в ультрафіолетовому діапазоні, наносяться три люмінофори, випромінюючих, відповідно, блакитне, зелене і червоне світло, в третьому способі жовто-зелений або зелений з червоним люмінофор наносяться на блакитний світлодіод - в результаті два або три випромінювання змішуються, утворюючи біле або близьке до білого світло. Найприйнятнішим для опромінення рослин є білий RGB світлодіод, оскільки є можливість зміни спектру його випромінювання у широкому діапазоні.

Джерела світла, побудовані на світлодіодах, вигідно відрізняються низьким енергоспоживанням, тривалим терміном служби, можливістю регулювання в широкому діапазоні інтенсивності та спектру випромінювання. Світлова віддача одиничних потужних світлодіодів складає 30-50 лм/Вт (у деяких екземплярів 80-100 лм/Вт), досягнутий індекс кольоропередачі більше 80. Також, до переваг світлодіодів як потенційних джерел опромінення рослин в теплицях слід віднести їх високу механічну міцність, вібростійкість, відсутність впливу циклів вмикання – вимкнення на термін їх служби (на відміну від ламп розжарювання та газорозрядних ламп), відносну безпеку при використанні (низький клас напруги - 12В) та екологічність (відсутність отруйних складових (ртуть і ін.)), що дуже приємно. Фактором, що стримує широке застосування світлодіодів є цінова політика виробників та реалізаторів продукції [2,4].

Найбільш важливою для життя рослин є видима частина оптичного випромінювання із довжиною хвилі 380 - 710 нм. При штучному опроміненні намагаються спектр випромінювання джерела світла максимально наблизити до кривої спектральної ефективності фотосинтезу [5].

Для оцінки можливості застосування світлодіодів при опроміненні рослин було проведено порівняння кривих спектрів випромінювання різних джерел світла: лампи розжарювання, люмінесцентної, газорозрядних високого тиску (натрієвої та ксенонової) зі спектром ефективності фотосинтезу листя.

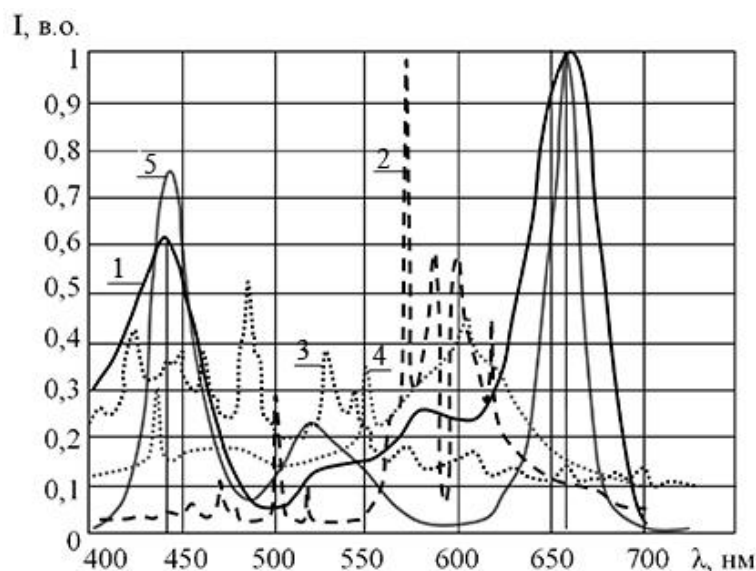


Рис. 3. Спектральна ефективність фотосинтезу (1) та спектри випромінювання натрієвої лампи високого тиску ДНАТ-400 (2), ксенонової лампи ДКСТВ-6000 (3), люмінесцентної лампи ЛБ-80 (4), RGB – світлодіоду CLP6C-FKB (виробництва фірми Cree (США)) (5)

Із графіку видно, що спектр білого світлодіоду найкраще забезпечує потребу рослин в спектральному складі світла. Для оцінки перспективності впровадження світлодіодних світильників у рослинництво було проведено порівняльний аналіз експлуатаційних показників освітлювальних установок з різними джерелами світла.

Таблиця 1 –

Порівняльний аналіз експлуатаційних показників різних джерел опромінення

Тип лампи	Потреба видалення світильника при агротехнічному догляді	Коефіцієнт затінення світильника	Необхідність використання баластного пристрою	Втрати потужності у баластному пристрою, %	Коефіцієнт потужності, в.о.	Умови застосування з найбільшим ефектом	Кількість ламп на 100м ² площі*	Орієнтовна вартість, грн.
Люмінесцентна ЛБ-80	є	1	є	20-25	0,55	розсада	500	25-30
Натрієва високого тиску ДНАТ-400	не завжди	0,21	є	7	0,6	універсальна (при переміщенні)	100	60-100
Ксенонова** ДКСТВ-6000	немає	0,013	немає	0	1	універсальна	5	1500-1800
Світлодіодна CLP6C-FKB - 30W	немає	0,12	є (конвертор)	2-5	0,85-0,95	універсальна	360	150-200

*при освітленості рослин 8000 лк;

**при використанні ксенонових ламп необхідне примусове охолодження.

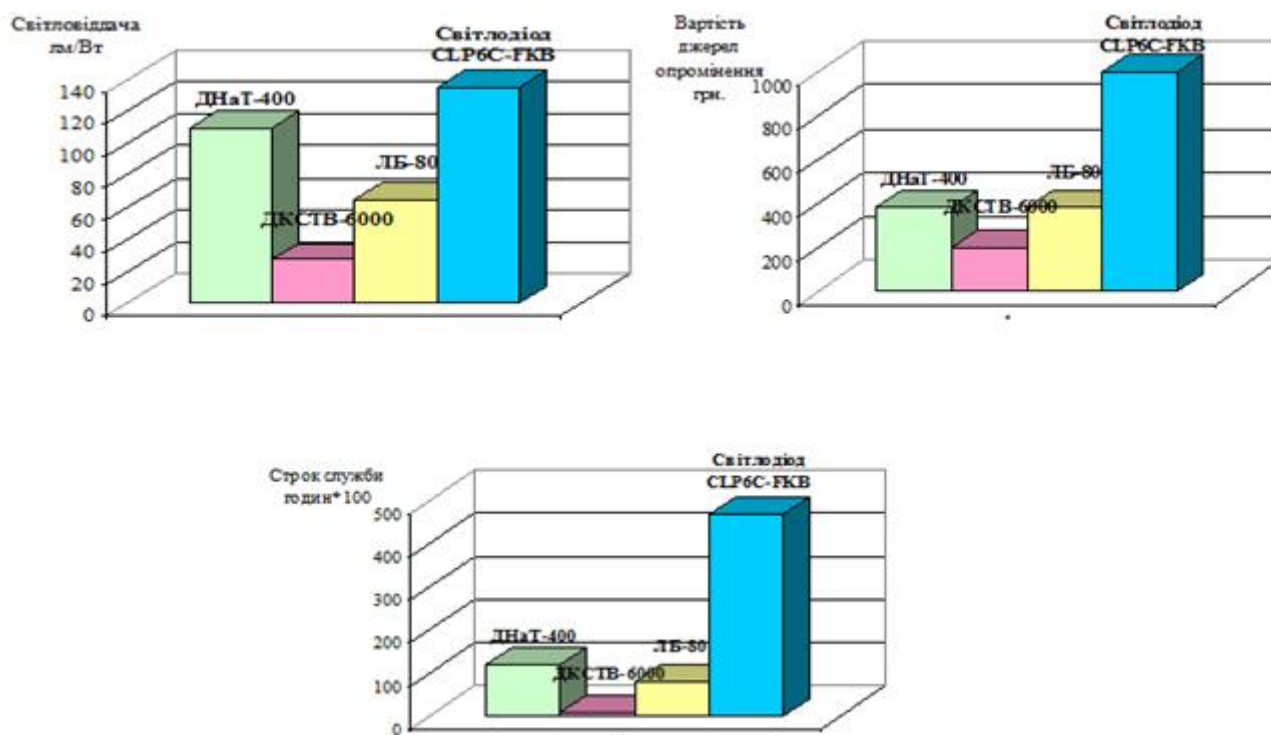


Рис. 4. Порівняння світловіддачі, вартості та строку служби різних джерел опромінення

За характеристиками видно, що світлодіод за світловіддачею не поступається іншим лампам, проте вартість їх порівняно з іншими джерелами світла занадто велика

Висновок.

1. Светлодіоди – перспективні джерела світла для тепличного виробництва і в найближчому майбутньому забезпечать суттєву економію електроенергії при опроміненні рослин.

2. Інтеграція світлодіодів у рослинництво захищеного ґрунту відбувається повільно, що пов'язано із їх високою вартістю та відсутністю практичної технології вирощування рослин під ними.

3. Для широкого впровадження світлодіодів у сільське господарство необхідні подальші дослідження та науково-обґрунтовані рекомендації виробникам щодо вибору оптимального співвідношення спектрів випромінювання та потужності в залежності від виду рослин.

Список використаних джерел.

1. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. С англ. Под. ред. А.Э. Юновича. – 2-е изд.- М.:ФИЗМАТЛИТ, 2008.-496 с.;

2. Никифорова Л.Є. Енергозберігаючі світлодіодні джерела випромінювання для сільського господарства/ Л.Є.Никифорова, І.В.Кізім //Праці ТДАТУ: наукове фахове видання.- Вип. 11 т.3.- Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – с. 143-147.;

3. Бурняшев А.В. Современные мощные светодиоды и их оптика. /А.В.Бурдяшин// СТА-ПРЕСС, 2011, с. 24-27;

4. Юнович А.Н. Современное состояние и тенденции развития светодиодов и светодиодного освещения. . / А.Н. Юнович // Светотехника, 2010, №3, с. 3-7;

5. Макрушин М.М. Фізіологія рослин. /М.М. Макрушин, Є.М.Макрушина, Н.В. Петерсон, М.М. Мельнікова // Підручник. – Вінниця: Нова Книга, 2006. – 416 с.

6. Белогубова Е.Н. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта: Учеб. пособие / Е.Н. Белогубова, А.М. Васильев, Л.С. Гиль – К.: ОАО «Изд-во «Киев. Правда», 2006. – 528 с.

1.

УДК 629.33.02.004.67:621.895

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ ДЕТАЛЕЙ

Филипишен Н.В. (2 курс),
Гулевский В.Б., к.т.н, доцент,
Кузнецов И.О., к.т.н, доцент

Таврический государственный агротехнологический университет

75

Работа посвящена вопросам очистки технических жидкостей от механических примесей для повышения качества абразивной обработки восстанавливаемых деталей.

Постановка проблемы. Из ремонтной практики известно, что до 75 % деталей, забракованных при первом капитальном ремонте автомобилей, восстанавливаемые или могут использоваться вообще без восстановления. Большая часть деталей в результате износа при эксплуатации теряют не больше 1-2 % исходной массы, при этом пригодность деталей практически сохраняется. Надежность и долговечность отремонтированных автомобилей после проведения капитального ремонта позволяют судить о качестве восстановленных различными способами деталей. Долговечность деталей автомобилей, восстановленных теми или иными способами зависит от их эксплуатационных свойств. Современное состояние технологических процессов восстановления деталей, наличие обширной экспериментальной техники для определения рабочих нагрузок и высокий уровень развития прикладной теории упругости при относительно хороших знаниях физических и механических свойств материалов, позволяют обеспечить достаточную прочность восстановленных деталей автомобилей с большой гарантией от их поломок в нормальных условиях эксплуатации. Практика эксплуатации двигателей показывает, что в 80 случаях из 100 они выходят из строя по причине отказа работы узлов трения в результате износа поверхностей трения или поломки, вызванной им. Вследствие этого наиболее распространенной причиной выхода из строя восстановленных деталей транспортных средств, является не поломка, а износ, который обуславливает нарушение размеров, формы и взаимного положения рабочих поверхностей. Одной из основных причин, влияющих на качество шлифованных поверхностей детали или заготовки, является загрязнение технических жидкостей механическими примесями [1].

Шлифовальный шлам состоит преимущественно из мелкой металлической стружки размером (5 - 150) мкм, частиц абразива и связки круга размерами (20 - 250) мкм, причем на долю металлических частиц приходится (80 - 98) % от всей массы шлама [2], что в свою очередь позволяет выбрать магнитный способ очистки и регенерации технических жидкостей.

Анализ последних исследований. Одними из устройств очистки технических жидкостей от механических примесей являются отстойники, в основе которых лежит принцип гравитации – действие на частицы только массовых сил тяжести. В случае если частицы магнитные, то применение соответствующего поля для интенсификации процесса очистки наиболее эффективно.

Цель статьи. Целью статьи является усовершенствование устройств магнитной очистки технических жидкостей для повышения качества абразивной обработки восстанавливаемых деталей

Основные материалы исследования. Повышение качества ремонта деталей транспортной техники механической обработкой резанием путем извлечения из технических жидкостей магнитных примесей привело к созданию новой конструкции магнитного отстойника (рис. 1). Магнитный отстойник состоит из рабочей камеры 2, с входным 1 и выходным 3 патрубками, под которой расположен магнитопровод 4 с обмотками 5; в нижней части рабочей камеры 2, между полюсами магнитопровода 4, установлены немагнитные конусы 6, вершины которых расположены над серединой обмоток 5, а в верхней части, напротив середины полюсов магнитопровода 4 установлены перегородки 7 [3,4].

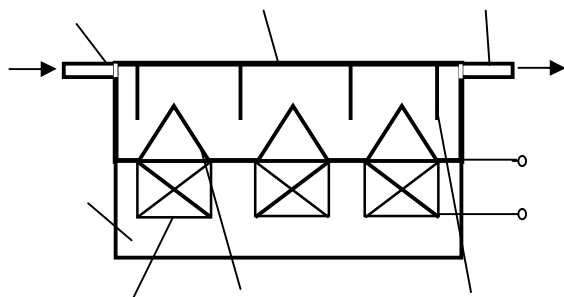


Рис. 1 Схема магнитного отстойника

Анализ развития электромагнитных вок для технологического процесса ремонта транспортной техники и научно-исследовательских работ по созданию экспериментальных образцов электромагнитных установок показывает, что главными направлениями её совершенствования являются:

- снижение энергоёмкости технологического процесса;
- улучшение энергетических показателей и экономичности электромагнитных установок;
- разработка multifunctional электромагнитных установок;

- расширение области применения магнитной энергии для использования в технологических процессах ремонта деталей транспортной техники.

В результате для повышения точности соблюдения параметров очистки и снижения аварийности разработана схема автоматического управления магнитным отстойником, внедрение которой даст возможность снизить потребление электроэнергии на 7% за счет установления системы автоматического управления. Схема электрическая принципиальная управления магнитным отстойником приведена на рис. 2.

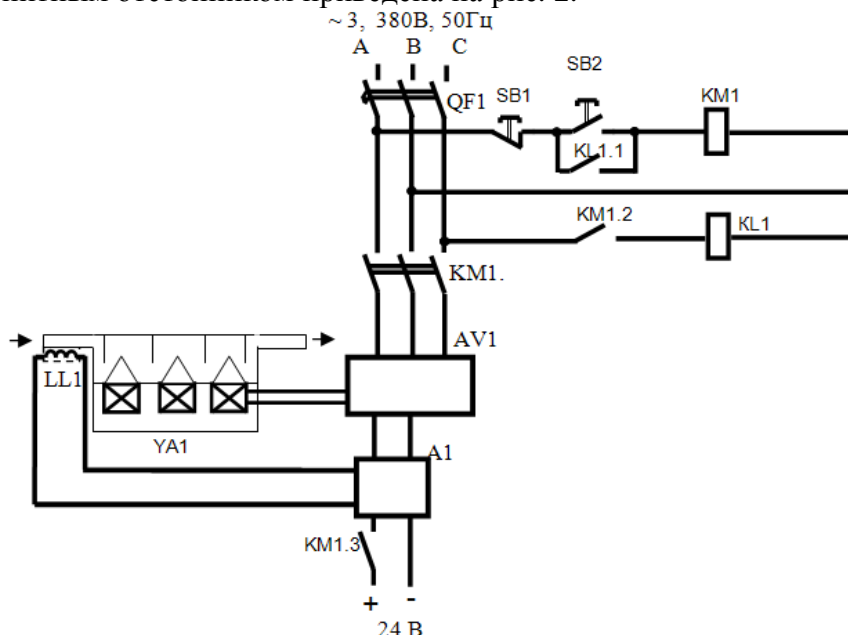


Рис. 2 Схема электрическая принципиальная автоматического управления магнитным отстойником

Схема состоит из магнитного пускателя KM1 с силовыми контактами KM1.1, промежуточного реле KL1, при этом замыкающий контакт промежуточного реле KL1.1 располагается в цепи питания катушки магнитного пускателя KM1, а дополнительный замыкающий контакт магнитного пускателя KM1.2 в цепи питания катушки промежуточного реле KL1, чем достигается защита токоприемников от неполнофазного режима работы [5].

Для контроля изменения концентрации магнитных частиц в технических жидкостях предусмотрен блок А1 индукционного принципа действия, заключающегося в изменении магнитного потока внутри обмотки датчика LL1, который находится в зоне протекания технических жидкостей, с выдачей соответствующего сигнала на регулятор напряжения AV1, который подает питание на электромагнитную обмотку YA1 магнитного отстойника.

Для повышения величины магнитной силы F_m необходимо повышение напряженности магнитного поля H (магнитной индукции B) и $grad H$ ($grad B$) в рабочем зазоре. За счет увеличения потребляемой мощности катушкой намагничивания можно повысить напряженность магнитного поля H до заданного значения.

$$\dot{I} = \dot{I}_0 \cdot \exp\left(-\pi \cdot \frac{S_r}{Y}\right), \quad (1)$$

где H_0 - напряженность на полюсе системы.

Однако, решение этой задачи возможно и другим способом - за счет создания специальной формы рабочего зазора в межполюсном пространстве. Для усовершенствования конструкции отстойника предложена электромагнитная система, в магнитопроводе которой с целью охлаждения обмотки и магнитопровода, используются втулки из немагнитного материала, расположенные в местах крепления магнитопровода. Это позволит использовать полную мощность отстойника при извлечении частиц, а также снизить металлозатраты и потребление им электрической энергии [6].

Выводы: Для улучшения эффективности технологического процесса ремонта транспортной техники разработаны принципиально новые электромагнитные и усовершенствованные существующие устройства для очистки технических жидкостей от механических примесей, в которых:

- достигнута универсальность, позволяющая использовать отстойник без замены рабочих органов при минимальном объеме технологических регулировок для очистки технических жидкостей;

- высокая производительность в сочетании с эффективностью обеспечивающаяся, с одной стороны, рациональным использованием всех компонентов сложного электромагнитного поля, с другой – рациональной конструкцией, выполненной на уровне изобретений и являющихся основой для дальнейшего совершенствования технологии процесса ремонта транспортной техники.

Список использованных источников

1. Фролов К. В. Проблемы надежности и ресурса в машиностроении / К. В. Фролов, А. П. Гусенков. - М.: Наука, 1986. - 247 с.
2. Просвірнін В.І. Аналіз забруднень мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей транспортної техніки / В.І. Просвірнін, В.Б. Гулевський, Б.В. Савченко // Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва : Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2008.- Вип.69.– С. 162-167.
3. Пат. 24994 Україна, МПК 7 В03С1/02. Електромагнітний фільтр - сепаратор / Просвірнін В.І., Кузнецов І. О., Богатирьов Ю.О., Гулевський В.Б., (Україна). - № u 200701732; Заявл. 19.02.2007; Опубл. 25.07.2007; Бюл.№ 11. - 4с.
4. Пат. 11072 Україна, МПК⁷ В03С1/00. Електромагнітний фільтр-сепаратор / Є.П. Масюткін, В.Б. Гулевський, В.І. Просвірнін, Д.Є. Масюткін (Україна). - № u2005 04571; заявл. 16.05.2005; опубл. 15.12.2005, Бюл.№ 12. - 3 с.
5. Пат. 4908 Україна, МПК7 Н02Н3/24. Пристрій захисту струмоприймачів від неповнофазного режиму роботи. / Просвірнін В.І., Гулевський В.Б., Кузнецов І.О. (Україна). - № 20040503874; Заявл. 24.05.2004; Опубл. 15.02.2005; Бюл.№ 2. – 3 с.
- Пат. 22891 Україна, МПК⁷ В03С1/02. Електромагнітний сепаратор - відстійник / В.І. Просвірнін, В.Б. Гулевський, Е.В. Просвірніна та ін. (Україна). - № u 200614069; заявл. 29.12.2006; опубл. 25.04.2007, Бюл.№ 5. - 4 с.

УДК 631.171

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭЛЕКТРОАЭРОЗОЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Налимов И.В. (5 курс),
Вендин С.В., д.т.н., профессор

*Белгородская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Я. Горина,
г. Белгород, Россия*

Эффективным методом дезинфекции животноводческих помещений является электроаэрозольный, основанный на получении заряженных аэрозолей химических препаратов, с последующим осаждением на объект обработки. При разработке электроаэрозольных генераторов подходящих по своим параметрам и конструктивному исполнению для дезинфекции крупногабаритных животноводческих помещений необходимо учитывать особенности процесса образования электрически заряженного аэрозоля, который состоит в формировании специальными устройствами пленки жидкости с последующей ее зарядкой и распадом в электрическом поле на отдельные заряженные капли.

78

Современное животноводство характеризуется промышленными технологиями содержания животных с высокой степенью концентрации поголовья на ограниченных территориях. Это порождает ряд проблем эпизотического и экологического характера. Сельскохозяйственные животные поставлены в непривычные для них условия обитания с жестким пресингом технизированной среды, что делает их легко уязвимыми для различного рода инфекций. Требуется разработка высококачественных способов ветеринарной защиты животных и дезинфекции животноводческих помещений.

Эффективным методом дезинфекции животноводческих помещений является электроаэрозольный, основанный на получении заряженных аэрозолей химических препаратов, с последующим осаждением на объект обработки.

Непосредственно процесс обработки помещения электроаэрозолем можно представить в виде трех этапов:

- формирование и расширение заряженной аэрозольной сферы;
- дальнейшее распространение электроаэрозоля в помещении до соприкосновения с ограждающими конструкциями и расширение заряженного облака;
- осаждение электроаэрозоля на внутренней поверхности помещения.

Конструктивно генератор электроаэрозоля состоит из центробежного устройства, включающего систему подачи рабочей жидкости, систему образования капель и систему зарядки капель дезинфицирующей жидкости.

Вопросы генерации униполярно заряженных частиц показывают, что способ зарядки частиц в электрическом поле наиболее хорошо сочетается с механическим и пневматическим способами распыления жидкости[1].

Процесс образования электрически заряженного аэрозоля состоит в формировании специальными устройствами пленки жидкости с последующей ее зарядкой и распадком в электрическом поле на отдельные заряженные капли.

Электрически заряженные капли, двигаясь в электрическом поле и воздушном потоке генератора создают ток переноса электрических зарядов. Ток конвекции является основной характеристикой процесса генерации электроаэрозоля, которая определяет эффективность электризации аэрозольных частиц и степень их дробления.

Объемный заряд, возникающий в окружающем пространстве при генерации электроаэрозоля, искажает электрическое поле в зоне зарядки купель, оказывая тем самым запирающее действие на конвективный ток.

При моделировании процессов генерации электроаэрозоля используют уравнение непрерывности плотности полного тока, уравнение сохранения электрической, заряда, уравне-

ние движения частиц, уравнение Пуассона и при допущении, что между зарядом и размером частиц существует жестко детерминированная связь.

Функциональная зависимость конвекционного тока и удельного заряда частиц получается в виде [2]:

$$I_K = q_{y\partial} Q_{жс} = \frac{2\pi^2 \varepsilon_0 u}{\frac{4r_{\partial} I_K \beta'}{Q_{жс}(1 - \exp(-\tau_{\phi} / \tau))} + \frac{\alpha'}{Q_{в} + \omega R F_0}}, \quad (1)$$

$$r_{\partial} = r - \left(\frac{1,37 E^2 \varepsilon_0 r^{9/2}}{8\pi \alpha} \right)^{2/7}; \quad (2)$$

$$\beta' = R \ln \frac{R_1}{R}; \quad (3)$$

$$\alpha' = \frac{R_1^2 - R^2}{2} - R^2 \ln \frac{R_1}{R}; \quad (4)$$

$$F_0 = 2\pi \frac{1}{\omega} \left(\frac{\alpha}{2R\rho_{жс}} \right)^{1/2} 2\pi R; \quad (5)$$

$$\tau_{\phi} = \frac{8}{27} \frac{\pi^2 r^{3/2} \omega r_1 n \left(\frac{2\rho_{жс}}{\alpha} \right) R^{1/2}}{Q_{жс}}, \quad (6)$$

где ε_0 - электрическая постоянная; u - напряжение на потенциальном электроде; $Q_{ж}, Q_{в}$ - соответственно расход жидкостии воздуха; r - радиус частитш; E - напряженность электрического поля; R, R_1 - соответственно радиус электроаэрозольного генератора и радиус потенциального электрода; α - коэффициент поверхностного натяжения; ω - угловая частота вращения генератора; $\rho_{ж}$ - плотность жидкости; r_1, n - соответственна радиус и количество перфорированных отверстий генератора.

Анализ предложенной модели описания позволяет выявить существенные факторы процесса генерации заряженных капель. Значительное влияние оказывает правильная организация электрического поля, когда формирование, зарядка и распад жидкостных элементов происходит в зоне повышенной напряженности поля при минимальном экранирующем действии объемного заряда. Электрическое поле генератора в отсутствии объемного заряда полностью определяется выбранной системой электродов и формой приложенного напряжения, поэтому предпочтительно использование электродов с максимальной кривизной рабочего участка при напряжении, близком к напряжению начала коронирования. Отрицательное действие объемного заряда, проявляющееся в снижении напряженности электрического поля в зоне зарядки, может быть сведено к минимуму при увеличений, объемного расхода воздуха и применении подвижных высоковольтной электродов.

Кроме того конвекционный ток возрастает при увеличении расхода жидкости, что вызвано, образованием большего количества частиц в единицу времени. Повышение конвекционного тока при возрастании угловой частоты вращения генератора и увеличении радиуса распиливающего элемента вызвано изменением характера распыления жидкости. Повышение напряжения зарядки приводит к увеличению заряда, получаемого частицам, и, соответственно, к увеличению конвекционного тока.

Процесс обработки помещения электроаэрозолем можно представить в виде трех этапов.

1. Формирование и расширение заряженной аэрозольной сферы.
2. Дальнейшее распространение электроаэрозоля в помещении до соприкосновения с ограждающими конструкциями. Одновременно с расширением заряженного облака происходит осаждение частиц на поверхности.
3. Осаждение электроаэрозоля на внутренней поверхности помещения.

Наиболее общим является второй этап. Распространение электроаэрозоля по помещению с одновременным осаждением частиц на поверхности описывается системой дифференциальных уравнений:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{Q_{ж}}{\alpha\pi R^2 h} - n \frac{\delta_e (S_1 - S_2)}{\pi R^2 h} - n \frac{\delta_q S}{\pi R^2 h} - n \frac{Q_B}{\pi R^2 h}; \quad (7)$$

$$\frac{dR}{dt} = a n R + \frac{Q_B}{4\pi R^2}; \quad (8)$$

$$a = \frac{q^2}{3\epsilon_0 6\pi\eta r}, \quad (9)$$

где **R**- радиус аэрозольной сферы; **h** - высота помещения; **n** - концентрация частиц аэрозоля; **S₁** - поверхность на которой аэрозоль осаждается; **S₂** - поверхность на которой аэрозоль не осаждается; **S** - внутренняя поверхность помещения; **δ_q, δ_e** - соответственно скорость осаждения частиц под действием силы тяжести я в электрическом поля объемного заряда; **α** – объем одной частицы; **q**- заряд частицы; **η** - динамическая вязкость воздуха.

В целом тенденции таковы, что концентрация электроаэрозоля снижается в зависимости от времени. Чем выше производительность и напряжение генератора, тем более резкий спад концентраций имеет место. Это объясняется тем, что с повышением расхода жидкости и напряжения объемный заряд аэрозоля растет, следовательно, выше и скорость электростатического рассеивания заряженного облака.

Влияние напряжения на изменение концентрации более выражено, по сравнению с расходом жидкости. Согласно модели генерации электроаэрозоля конвекционный ток имеет более сильную зависимость от напряжения, чем от расхода жидкости. Следовательно, с повышением напряжения в облако в единицу времени поступает больший электрический заряд, что и вызывает более интенсивное снижение концентрации.

С увеличением расхода жидкости, подаваемой на распыление, конвекционный ток возрастает, однако, интенсивность роста **I_к** падает на повышенных расходах жидкости. Это связано с экранирующим действием объемного заряда на электрическое поле в межэлектродном промежутке, а также с увеличением диаметра образующихся частиц и, как следствие, снижением их удельного заряда.

Повышение конвекционного тока, при увеличении напряжения- **U** сопровождается возрастанием токов утечки **I_у**, вызванных увеличением потока частиц, осаждающихся на высоковольтном электроде и телом проводимости через аэрозоль.- Значительное возрастание токов утечки приводит к перерасходу высоковольтной энергии и может вызвать срыв генерации элетктроаэрозоля. Исследования показывают, что токи утечки могут быть сведены к минимуму при повышении объемного расхода воздуха, подаваемого в межэлектродный промежуток до 0,25 м³ /с и выше.

На процесс генерации электроаэрозоля оказывает влияние конфигурация зарядных электродов. Наибольший удельный заряд был получен при ширине высоковольтного электрода равном 3 мм:

В работе [2] в качестве опимальных рекомендуют следующие параметры электроаэрозольного генератора:

Объемный расход жидкости **Q_ж** = 5...9 мл/с

Напряжение зарядки **u** = 1...2 кВ.

Угловая частота **ω** = 837.7 рад/с

Ширина высоковольтного электрода **h** = 3 мм

Для аэрозольной обработки помещений предлагается конструкция, общий вид которой показан на рисунке 1.

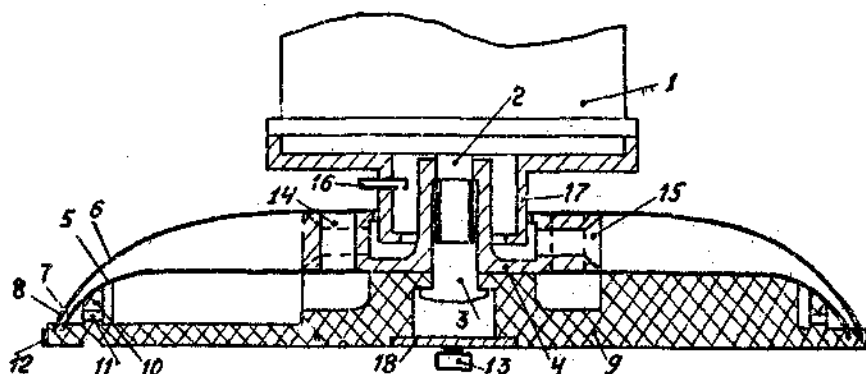


Рис. 1. Механический электроаэрозольный генератор: 1 - электродвигатель-; 2 - приводной вал; 3 - винт; 4 - ступица; 5,6 - чашеобразные элементы; 7,8,11 - перфорированные отверстия; 9 - крыльчатка; 10 - перегородка; 12-- высоковольтный электрод; 13 - щеточный контакт; 14 - отверстия для прохода воздуха; 15 - отверстия для прохода жидкости; 16 - патрубок; 17 - распределительный стакан; 18 - пластина

Принцип работы генератора заключается в следующем: жидкость для дезинфекции через патрубок 16, распределительный стакан 17 и отверстия 15 поступает на вращающиеся чашеобразные элементы 5 и крыльчатку 9. Под действием центробежной силы пленка жидкости дробится на мелкие шарики, которые отбрасываются к периферии крыльчатки 9, где получают электрический заряд от кольцевого высоковольтного электрода 12 и распыляются в помещение через отверстия 7,8 и 11. Высокое напряжение подводится через щеточный контакт 13.

Выводы. В заключение можно отметить, что электроаэрозольный метод дезинфекции животноводческих помещений, основанный на получении заряженных аэрозолей химических препаратов, с последующим осаждением на объект обработки является эффективным, а способ зарядки частиц в электрическом поле наиболее хорошо сочетается с механическим и пневматическим способами распыления жидкости

Список использованных источников.

1. Электротехнология и электрическое освещение. - М.: Агропромиздат, 1990.-303 с.:ил.
2. Лекомцев П.Л. Электроаэрозольный метод обработки животноводческих помещений/ Автореф. дисс. к.т.н.-Москва.-1992. 18 с.



Електромеханічні системи в АПК

УДК 621.313.33

АНАЛІЗ ДИНАМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА ПРИ НАПРУЗІ ВІДХИЛЕНІЙ ВІД НОМІНАЛЬНОЇ

Молотков О.О. (2 курс),
Устименко А.С. (4 курс),
Гузенко В.В., асистент

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка

В роботі приділена увага по визначенню енергетичних показників та обґрунтовані динамічні перехідні властивості асинхронного двигуна, які впливають на стійкість системи електропривод-робоча машина на насосних станціях.

83

Постановка проблеми. Розвиток електроприводу, як основного силового споживача як у міському так і у сільському господарстві, базується на раціональному суміщенні електромеханічних властивостей двигуна та робочої машини. Відомо, що асинхронні двигуни бувають різних модифікацій і їх механічні властивості мають відмінності. Тому, що в залежності від двигунів загального призначення, виготовлені з нормальною характеристикою, існують модифікації з підвищеним пусковим моментом і ковзанням [1].

В сучасному агропромисловому комплексі асинхронний електропривод застосовується: в технологічних процесах по переробці зерна, на підйомно-транспортних установках, на вентиляційних установках, на насосних станціях та ін.

Як показує аналіз сучасної науково-технічної літератури, механізми, які приводяться в рух асинхронним двигуном з різними модифікаціями, можуть працювати продуктивно і економічно тільки тоді, коли властивості двигуна задовольняють вимоги механізму. Тому, знання електромеханічних властивостей асинхронного двигуна необхідно для грамотного проектування і експлуатації електроприводу машин і механізмів.

Із всіх приймачів електричної енергії асинхронні двигуни найбільш чутливі до викривлення системи підведеної напруги. Якщо на вентиляційних установках зміна параметрів мережі і не завдасть великих шкідливих наслідків, то на деяких робочих машинах слід вдосконалити методики аналізу. Враховуючи, що насосні станції – це комплекс однотипних механізмів, які працюють на загальну магістраль, то число механізмів, що одночасно включаються на спільну роботу, в першу чергу, залежить від вимог до продуктивності станції. При появі викривлення або при зниженні живлячої напруги змінюються як електромеханічні так і механічні властивості двигуна. Тому проведення аналізу динамічної стійкості системи ЕП-РМ є важливою задачею перед впровадженням в дію АД.

Аналіз останніх досліджень. Відомі теоретичні і експериментальні дослідження поведінки двигунів при зміні живлячої напруги, головним чином роботи: І.І. Мартиненко,

М.М. Якіменка, О.А. Некрасова, Г.Г. Рекуса, О.Л. Церазова, а також ряд більш ранніх робіт дозволяють припустити, що при змінених параметрах напруги можна очікувати появи в двигунах приводів помітних додаткових втрат активної потужності і відповідно погіршення їх теплового режиму в порівнянні з роботою при тому ж механічному навантаженні [2]. Можна також очікувати переважного виходу з ладу двигуна по причині теплового пошкодження ізоляції.

Для оцінки властивостей двигуна необхідно побудувати його механічну характеристику [3]. Серед вчених, наприклад, ходить таке прислів'я, що будь-яка математична задача для побудови характеристик вже має розрахунок в програмному пакеті Fortran, та аналіз дійсно підтверджує. Більшість таких бібліотек є фактичним досягненням людини, вони доступні у вихідних кодах, гарно документовані, налагоджені та ефективні. Але змінювати, а тим більше переписувати їх на інших мовах програмування складно, незважаючи на те, що регулярно проводяться спроби автоматичного конвертування Fortran-коду на сучасні мови програмування.

Мета статті. Визначення енергетичних показників та динамічних властивостей асинхронного електропривода, які нерозривно зв'язані з необхідністю оцінки ковзання в нормальних і аномальних режимах живлення при вентиляторній механічній характеристиці робочої машини.

Основні матеріали дослідження. Відомо, що будувати механічні характеристики можна використовуючи різні методики та програмні пакети, але складність в деяких методиках існує.

Для вирішення поставленої задачі за основу рекомендується взяти програмний пакет Visual Basic. На рисунку 1 показаний інтерфейс програмного пакету для оцінки механічних та динамічних властивостей двигунів та їх систем.



Рис. 1. Програмний інтерфейс пакету Visual Basic

Комунальне підприємство Краснопавлівський водоканал у Харківській області в собі має складні гідро технологічні комплекси. Для головного глибинного насосу першого підйому в процесі експлуатації виникає необхідність дослідити його стійкість при можливій зміні параметрів мережі.

В використаній програмі задаючи вихідні номінальні дані асинхронного двигуна, отримаємо характеристики (Рисунок 2).

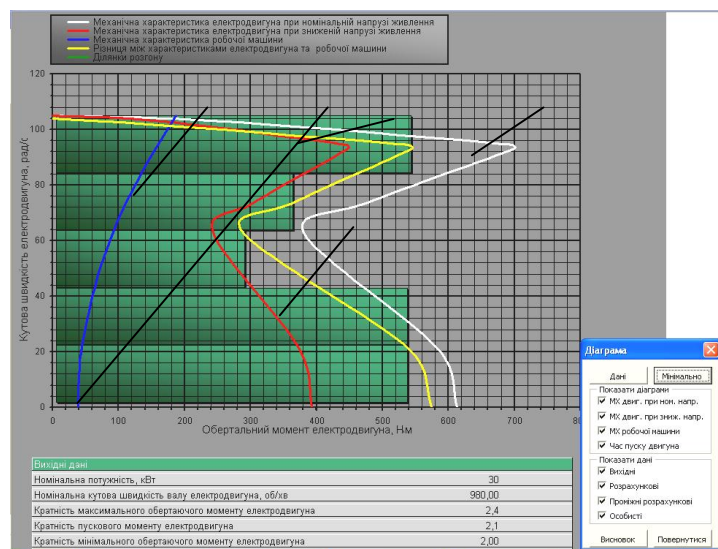


Рис. 2. Механічні характеристики системи електропривод-робоча машина з визначенням часу пуску двигуна

Ковзання у сталому режимі відповідає точці перетину механічних характеристик асинхронного двигуна і робочої машини [4]. З рисунку 2 видно, що для різних видів механічних характеристик робочих машин степінь зміни ковзання, при напрузі живлення відмінній по величині від номінального, буде різною. Різні типи механічних характеристик робочих машин (криві 1 і 2 на Рис. 2) перетинаючись з характеристикою двигуна при $U_1=U_H$ (крива 3), визначають робочі точки з різними значеннями ковзання S_2 і S_3 .

Для того щоб знайти величину ковзання для робочої ділянки (ковзання менше критичного) механічної характеристики двигуна скористаємось і рівнянням механічної характеристики робочої машини. Оскільки величина обертового моменту асинхронного двигуна пропорційна квадрату прикладеної напруги ($M_1 \propto U_1^2$), то спрощена формула Клоса в загальному вигляді буде виглядати наступним чином:

$$M_{дв} = \frac{2M_{max} \cdot S_{кр} \cdot S}{S_{кр}^2 + S^2} \cdot \left(\frac{U_1}{U_H} \right)^2 \quad (1)$$

де M_{max} та $S_{кр}$ - максимальний момент и критичне ковзання двигуна (по каталогу)

Механічна характеристика робочої машини:

$$M_{рм} = M_{co} + (M_{с.ном} - M_{co}) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}} \right)^x \quad (2)$$

де M_{co} і $M_{с.ном}$ – відповідно пусковий та номінальний моменти робочої машини;

ω і $\omega_{ном}$ – поточне і номінальне значення частоти обертання приводного вала робочої машини;

x – показник степеня, характеризує тип механічної характеристики робочої машини.

Оскільки в виразі (1) частота обертання двигуна виражена в наслідок ковзання, представлена заміною в виразі (2) ω і $\omega_{ном}$ на ковзання. Для цього скористаємось наступною формулою :

$$\omega = \omega_o(1-s) \quad (3)$$

де ω_o – синхронна частота обертання поля статора.

В результаті вираз (2) набуває вигляду:

$$M_{рм} = M_{co} + (M_{с.ном} - M_{co}) \cdot \left(\frac{1-S}{1-S_{ном.рм}} \right)^x \quad (4)$$

де $S_{ном.рм}$ – ковзання двигуна, що відповідає номінальній частоті обертання вала робочої машини.

Прирівняємо вирази (1) і (3) :

$$\frac{2M_{max} \cdot S_{кр} \cdot S}{S_{кр}^2 + S^2} \cdot \left(\frac{U_1}{U_H} \right)^2 - M_{co} - (M_{с.ном} - M_{co}) \cdot \left(\frac{1-S}{1-S_{ном.рм}} \right)^x = 0 \quad (5)$$

Розв'язування отриманого рівняння відносно ковзання S , дасть значення ковзання в робочій точці необхідній для розрахунку струмів спожитих двигуном і втрат в ньому. Для розв'язання цього рівняння існує декілька способів: метод ітерацій, метод хорд, метод дотичних.

Як показує аналіз, необхідно шукати шуканий корінь рівняння на інтервалі $S \in (0; S_{кр})$, оскільки режими, робоча точка яких визначає ковзання що перевищує критичне значення, відповідає аварійним режимам і потребує негайного виключення двигуна. В процесі експлуатації є вірогідність виникнення ситуації, коли механічні характеристики робочої машини і двигуна не має спільної точки в межах першого (двигунного) квадранта характеристики, режим відповідає короткому замиканню двигуна і потребує відключення двигуна від живильної мережі.

З аналізу рівняння (4) видно, що в функції $M=f(S)$ шукане значення ковзання буде ві-

дповідати точці перетину вісі ковзання. При $S_{ном.рм} < S_{кр}$ і $M_{с.ном} < \left(\frac{U_1}{U_n}\right)^2 M_{max}$, функція залежності $M=f(S)$ на кінцях проміжку $S \in (0; S_{кр})$ має протилежні знаки і відповідно в даному проекті існує як мінімум, один корінь рівняння (4). Більша частина видів робочих машин можуть мати одне робочу точку в до критичних режимах роботи АД. Винятком можуть стати робочі машини, які мають механічну характеристику з показником $x=-1$, які на насосних станціях відсутні.

З метою нормальної роботи асинхронного двигуна ми рекомендуємо встановлювати мікропроцесорне реле РДЦ-01 компанії «РЕЛСІС». Даний прилад призначено для захисту асинхронних електродвигунів від таких випадків як: перевантаження, перевищення живлячої напруги, асиметрії навантаження, роботи з недовантаженням, пониження живлячої напруги, неправильного чергування фаз, зниження опору ізоляції обмоток двигуна перед пуском. Вагою перевагою є те, що РДЦ-01 налаштовується індивідуально для кожного двигуна, що забезпечує надійний захист та збільшує термін експлуатації.

Висновок. Дослідження на основі сучасної науково-технічної літератури показали, знаходження кореня рівняння (4) необхідно проводити, приближаючись до нього за допомогою хорд зі сторони точки $S=S_{кр}$, а дотичні проводити з боку точки $S=0$.

Розглянутий метод дає зразу надлишкове (приблизно за допомогою хорд) і недостатне (приблизно за допомогою дотичних) шукане значення S , що дозволяє безпосередньо оцінювати ступінь точності в процесі розрахунків.

Таким чином, застосування мікропроцесорних реле типу РДЦ-01, РДЦ-03 з одного боку забезпечує підвищення надійності захисту електричних двигунів від аварійних режимів, а з іншого боку вимагає детального техніко-економічного обґрунтування та перепідготовки обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел.

1. І.А. Гаврилюк, Ю.М. Хандола. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / І.А. Гаврилюк, Ю.М. Хандола. // Харків 2008. – с. 121-152.
2. О.С. Марченко, Ю. М. Лавріненко, П.І. Савченко, Є.Л. Жулай; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995.-208 с.
3. Характеристики двигателів в електроприводі/ С.Н. Вишневіський – М., «Енергія», 1977.-432 с.
4. Кобозев В.А. Основы энергосбережения в асинхронном электроприводе. Ставрополь 1999.- 106 с

УДК 621.316.97(83)

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА ОБ'ЄКТАХ АПК З УРАХУВАННЯМ СТАТИЧНИХ І ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

Глиняний С.С.,
Дегтярьов І. А. (4 курс),
Гузенко В.В., асистент

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.П.Василенка

В роботі проведений аналіз робочих машин і механізмів, які застосовуються в АПК, де доцільно використовувати перетворювач частоти (ПЧ) з урахуванням вимог технологічного процесу.

87

Постановка проблеми. Позитивні зміни, які спостерігаються в АПК вимагають удосконалення технологічних процесів, які на сьогоднішній день являються високоенергозатратними. Світова інженерна практика показала, що найбільший ефект при реалізації програм енергозбереження в електроприводах (ЕП) є вибір раціонального закону автоматичного регулювання машин і механізмів. Тому, важливим завданням є вивчення способів регулювання в АПК з урахуванням статичних і динамічних режимів роботи асинхронних двигунів (АД).

Мета статті. Визначити робочі машини і механізми, які застосовуються в АПК, де доцільно використовувати перетворювач частоти (ПЧ) з урахуванням вимог технологічного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що області застосування ЕП у сільському господарстві значні, саме він споживає найбільшу кількість електроенергії (70%) від загального обсягу в АПК [1]. В першу чергу такі робочі машини, як: вентилятори, насоси, змішувачі, центрифуги, компресори, електротранспортери, конвеєри, млини, сепаратори, підйомно-транспортні машини, та ін

Значний внесок у вирішення завдань оптимізації режимів роботи регульованого ЕП внесли вітчизняні вчені: А. А. Булгаков, В. А. Дартау, М. П. Костенко, ін. Відомо, що якісне управління системою електропривод-робоча машина (ЕП-РМ) в статичних і динамічних (перехідних) режимах роботи в дискретному діапазоні і в зоні низьких швидкостей можливе при плавній зміні електромагнітного обертового моменту з обраним законом управління [2].

Основні матеріали досліджень. Аналіз систем управління для регульованого ЕП змінного струму в АПК показав, що можна використовувати наступні способи управління частотою обертання: векторне, тиристорне і використання ПЧ.

Теоретичне дослідження систем керування АД потужністю 0,6 до 30 кВт в АПК, яке задовольняє вимоги технологічного процесу зокрема достатньої швидкодії, в режимі накидання і скидання навантаження, дозволили отримати позитивні результати і передумови для подальшого аналізу.

Тривалі дослідження систем управління різних машин і механізмів з векторним управлінням показали, що завдяки наявності складних динамічних процесів не завжди вибір виправдовує себе. Складність, в першу чергу, обумовлена чисельністю нелінійностей в математичній моделі АД з векторним регулюванням [3]. В даний час практично відсутня література з управлінням складними динамічними процесами при векторному регулюванні АД.

Аналіз проводився з системою управління, яка використовується в розподільних механізмах та просіювачах, дробарках і різного роду інших подрібнювальних пристроях з ПЧ.

На дробарках може бути використаний двигун 10-15 кВт з частотою обертання магнітного поля статора 3000 об / хв. Регулювати швидкість обертання ротора необхідно для отримання необхідної якості продукції на виході. Якщо дробарка працює на високій або на низькій швидкостях, то крупа на виході буде не високої якості, при цьому необхідно отримати оптимальні обороти для отримання найбільшого якості подрібнення. Для кожного нового

привозу зерна існує необхідність регулювати число обертів дробарки знову, так як показники якості зерна (вологість, температура, тощо) змінюються.

Проведені дослідження, дозволили отримати стабільні параметри перехідних процесів в статичних і динамічних режимах роботи виробничих машин в умовах виробництва при використанні ПЧ. При розрахунках враховувався графік нерівномірного навантаження, який спостерігається на подрібнювальних пристроях типу КДУ-2 при переробці зерна. Реальні заміри енергетичних показників показали, що термін окупності складе близько 0,5 року, а економія електроенергії - 75 кВт*год на агрегат.

На водопідйомі "Карлівка" Полтавської області, як свідчать попередні дослідження, використання системи ПЧ - АД дозволило отримати позитивні результати. Найбільш імовірно нерівномірне завантаження електроприводу може спостерігатися в насосних установках які працюють на велику мережу водопостачання. На рис.1 наведено графік споживання електроенергії електроприводом насосної установки глибинного водопідйому без ПЧ, а на рис. 2 - той же електропривод, але з установленим ПЧ.

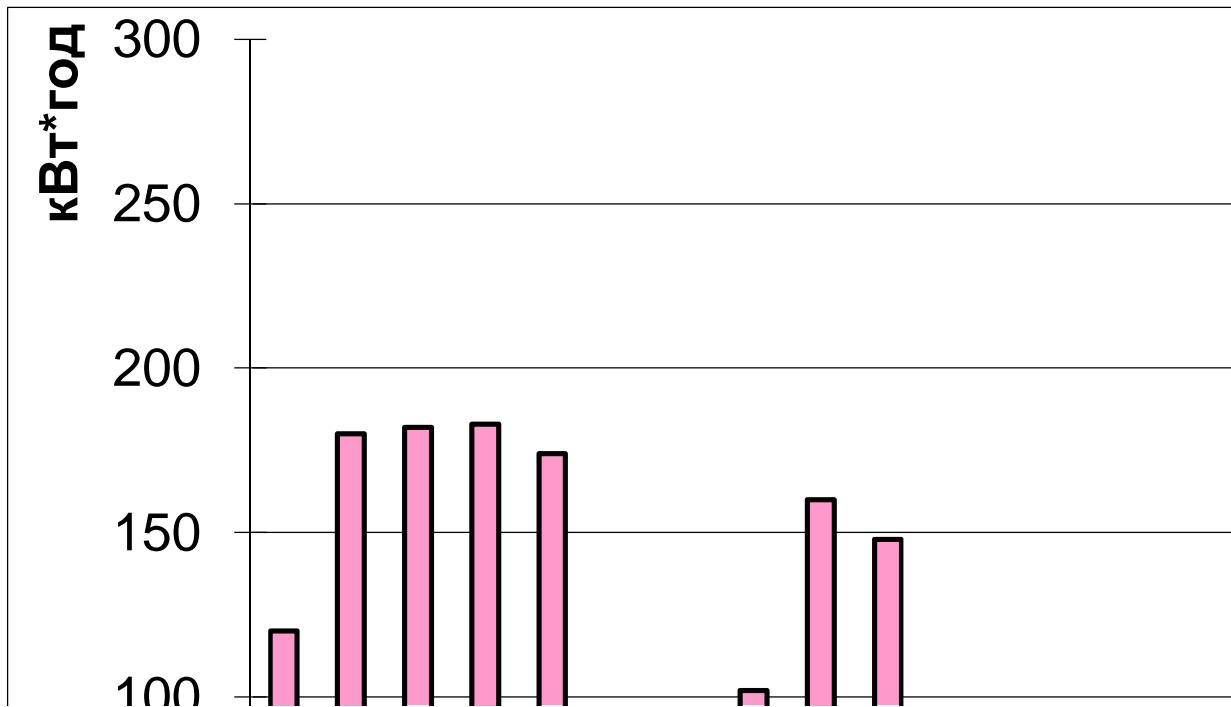


Рис. 1. Графік споживання електричної енергії електроприводом насосної станції без перетворювача частоти

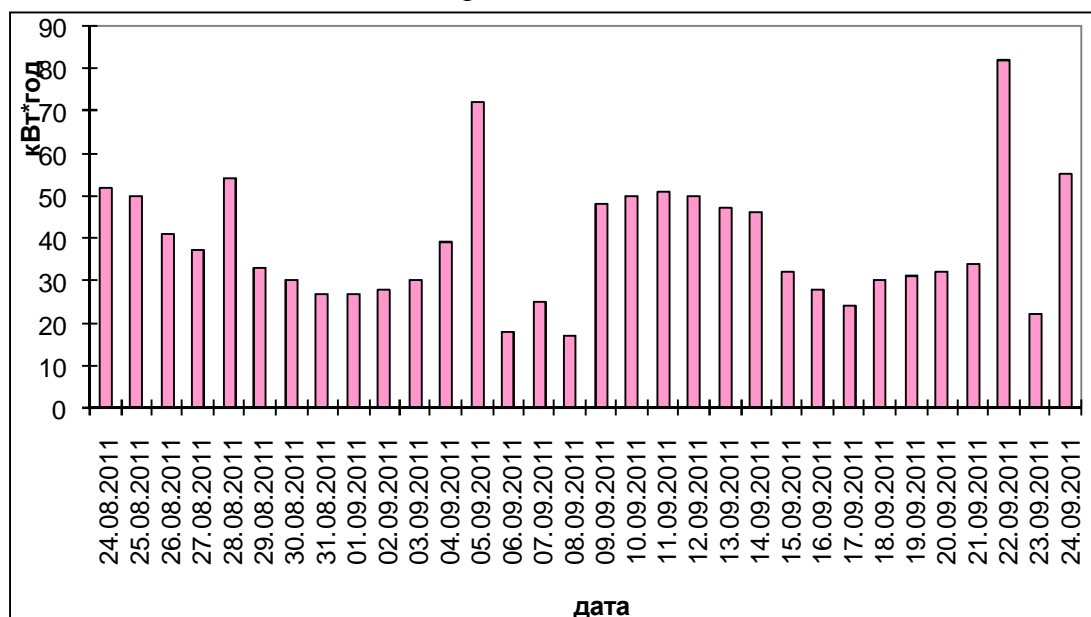


Рис. 2. Графік споживання електричної енергії електроприводом насосної установки з перетворювачем частоти ПЧРТ-03-22

При проведенні аналізу отриманих графіків, отриманих при проведенні дослідів і зняття реальних свідчень видно, що значно вдається скоротити споживання електроенергії, так за період випробувань близько 2522 кВт·год

Висновки. Результати виробничих випробувань в системі ЕП-РМ з використанням ПЧ показали, що:

- Економія енергії на електропривод подрібнювальних пристроїв або насосні станції з використанням ПЧ становить 33-55%, це істотно більше в порівнянні з другими існуючими способами управління;

- Поліпшується пускові властивості і характеристики потужні двигунів, що підтверджується показанням вимірювальних пристроїв;

- Плавність регулювання швидкості ротора по заданому закону відбувається не в дискретного діапазону, що дозволяє використовувати і на інших механізмах і агрегатах після ретельно проведених досліджень.

При цьому застосування частотно-регульованого асинхронного електропривода на об'єктах АПК вважається найбільш перспективним проектом з метою автоматизації систем управління і економії електроенергії [3].

Список використаних джерел:

1. Петрушин В. С. Регулировочные характеристики асинхронного электродвигателя в частотном электроприводе при законах управления, обеспечивающих постоянство потокосцеплений / В. С. Петрушин. // Электротехника і електромеханіка. – 2002. – №2. – С.53-55.

2. Андронов А. Л. Обоснование энергоэффективных режимов частотно-регулируемых электроприводов в агропромышленном комплексе: дис. канд. техн. наук / А. Л. Андронов: Алт. гос. техн. ун-т. Барнаул, 2005.-180 с.

3. Терехов В. М. Современные способы управления и их применение в электроприводе / В. М. Терехов -М.: / Электротехника. 2000. - № 2. - С. 25-28.

УДК664.734

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ МОЛОТКОВОЇ ДРОБАРКИ А1-ДМ2Р-55

Четверик О.Ю. (магістр, 1 курс),

Куценко Ю.М. к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті на основі аналізу конструктивних параметрів та режимів роботи серійних молоткових дробарок шляхом порівняння питомих енергетичних витрат, надані рекомендації що до їх вибору та подальшого використання

90

Молоткова дробарка А1-ДМ2Р-55 призначена для подрібнення зерна, злакових, пливчастих, бобових культур, кукурудзи, зерноsumіші, макухи та інших видів сировини (крім мінеральних) на підприємствах комбикормової промисловості [1].

Складність технологічних процесів обробки сировини та виробництва комбикормів обумовлюють високі умови до оперативності, чіткості керування технологічним процесом, контролем за роботою обладнання та заміною обладнання на більше нове. Отже, виникає необхідність зниження питомих витрат електроенергії на окремі технологічні операції з метою зниження собівартості продукції. Тому правильний вибір дробарки, режимів її роботи має велике значення для виробництва комбикормової продукції [2].

Принцип дії молоткових дробарок полягає в руйнуванні подрібнювальних продуктів ударом швидко рухомих робочих органів - молотків о сталеву деку і сіткову обечайку, стиранням продукту о сито [3].

Ступінь подрібнення продукту залежить від розмірів отворів сита. Чим більше розмір отворів, тим крупніше подрібнений продукт.

Дробарки молоткові А1-ДМ2Р-55[75, 110] призначені для подрібнення зерна злакових, бобових, кукурудзи, макухи й інших видів сировини. Технічні характеристики наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики серії дробарок А1-ДМ2Р

Показник	А1-ДМ2Р-55 (1)	А1-ДМ2Р-75 (2)	А1-ДМ2Р-110 (3)
Продуктивність технічна при подрібненні ячменю вологістю не більше 15,5% з об'ємною масою не менше 0,68 т / м ³ , т / год не менше:			
При отриманні 4 групи крупності	6,5	10	14,5
При отриманні 3 групи крупності	4,5	8	13
При отриманні 2 групи крупності	2,5	3,5	6
Площа ситової поверхні, м.кв	0,85	0,85	1,27
Окружна швидкість молотків	90	90	90
Сумарна встановлена потужність, кВт	55,85	75,85	110,85
Габаритні розміри дробарки			
Довжина	1590	1670	2070
Ширина	1400	1400	1400
Висота без взриворозрядного пристрою та приймального патрубку	2160	2160	2160

Дробарка складається з наступних основних одиниць: корпусу, ротора з молотками, живильника, сит, дек, станини, випускного пристрою з вибуховідвідною трубою. Дробарка складається з живильника з прийомним патрубком, корпуса з дверцятами і ситової обечайкою, молоткового ротора з приводом, станини з випускним патрубком та електрообладнання.

Живильник призначений для рівномірної подачі сировини в дробільну камеру, а також вилучення при цьому металоманітних домішок і виконаний з постійною частотою обе-

ртання барабана. При загрозі завалу дробарки живильник забезпечує миттєве припинення подачі сировини. Живильник складається з зварного корпусу з дверцятаю, на якій закріплений кронштейн з постійними магнітами. В цілях безпеки дверцята взаємодіють з кінцевим вимикачем, що забезпечує блокування обертання електродвигуна живильника при її відкритому положенні. Напрямок обертання ротора забезпечується взаємодією важеля з двома кінцевими вимикачами, розташовані на торцевій стінці стяжки. З боку до корпусу прилягають дверцята коробчатої форми, з ущільненнями з губчастої гуми. Дверцята встановлені на петлях з вертикальною віссю, що забезпечує їх поворот без великих зусиль. В цілях безпеки дверцята взаємодіють з кінцевими вимикачами, які забезпечують блокування запуску електродвигуна ротора при відкритому положенні дверцят.

Усередині корпусу на його торцевих стінках концентрично ротору встановлені направляючі кінцевої форми, до яких примикає ситова обичайка. Ситова обичайка виконана з трьох взаємозамінних частин і притискається до напрямних за допомогою шарнірних рамок з ексцентриковими механізмами натягу сит.

Молотковий ротор - основний робочий орган дробарки. Він виконаний у вигляді валу який спирається на два сферичних роликотідишпників. На валу через розпірні втулки встановлені диски, стягнуті стяжними осями. На розпірних втулках стяжних осей встановлені шайби, які служать для обмеження переміщення молотків уздовж осей їх підвісу. Для осей підвісу молотків в дисках передбачено спеціальний отвір, по два на кожен вісь. У разі застосування укорочених молотків розмірами 130x50x6, що входять в комплект даної дробарки, осі необхідно вставити в отвір, розташований на великому діаметрі.

Ротор встановлюється на станині дробарки і приводиться від електродвигуна безпосередньо через еластичну муфту.

Режим роботи дробарки тривалий, зі змінним навантаженням. Навантажувальні діаграми мають випадковий характер. Зміна навантаження в часі залежить від ступеня однорідності та величини подачі перероблюваного продукту на подрібнювальний барабан. Різні коливання навантаження спричиняють до зміни швидкості обертання барабана, внаслідок чого знижується продуктивність, погіршується якість вихідного продукту, збільшуються енерговитрати. Для вирівнювання навантаження на двигун використовують регулятори.

Продуктивність молоткової дробарки А1-ДМ2Р-55 визначаємо за формулою

$$Q_{\text{адія}} = 35 \cdot D \cdot l \cdot \rho, \quad (1)$$

де D - діаметр ротора дробарки, м;

l - довжина ротора дробарки, м;

ρ - об'ємна маса продукту, що транспортується, т/м^3 .

$$Q_{\text{адія}} = 35 \cdot 0,95 \cdot 0,25 \cdot 0,68 = 5,65 \approx 6 \text{ т/год.}$$

Розрахункову потужність для приводу дробарки визначаємо за формулою:

$$P_{\text{дїсд}} = 0,15 \cdot D^2 \cdot l \cdot n, \quad (2)$$

де P - потужність електродвигуна, кВт;

D - діаметр ротора дробарки, м;

l - довжина ротора, м;

n - число обертів, об/хв.

$$P_{\text{дїсд}} = 0,15 \cdot 0,95^2 \cdot 0,25 \cdot 1500 = 50,8 \text{ кВт.}$$

З досвіду експлуатації різних кормоприготувальних машин по переробці різноманітних машин по переробці різноманітних кормів експериментально визначені питомі затрати енергії на подрібнення [4]. Користуючись цими даними, можна орієнтовно визначити споживану потужність машини з подібними робочими органами за умовою:

$$D = Qq, \quad (3)$$

де Q - продуктивність машини, кг/с;

q - питомі затрати енергії, кДж/кг, для молоткових дробарок $q = 3,5-4,2$ кДж/кг.

$$D = 1,66 \cdot 4 = 6,64 \text{ кВт.}$$

Для обґрунтування вибору молоткової дробарки типу А1-ДМ2Р-55 з сумарною встановленою потужністю 55,85 кВт побудуємо графік залежностей трьох дробарок з різними встановленими потужностями. Оберемо діапазон продуктивності у 6-10 т/год.

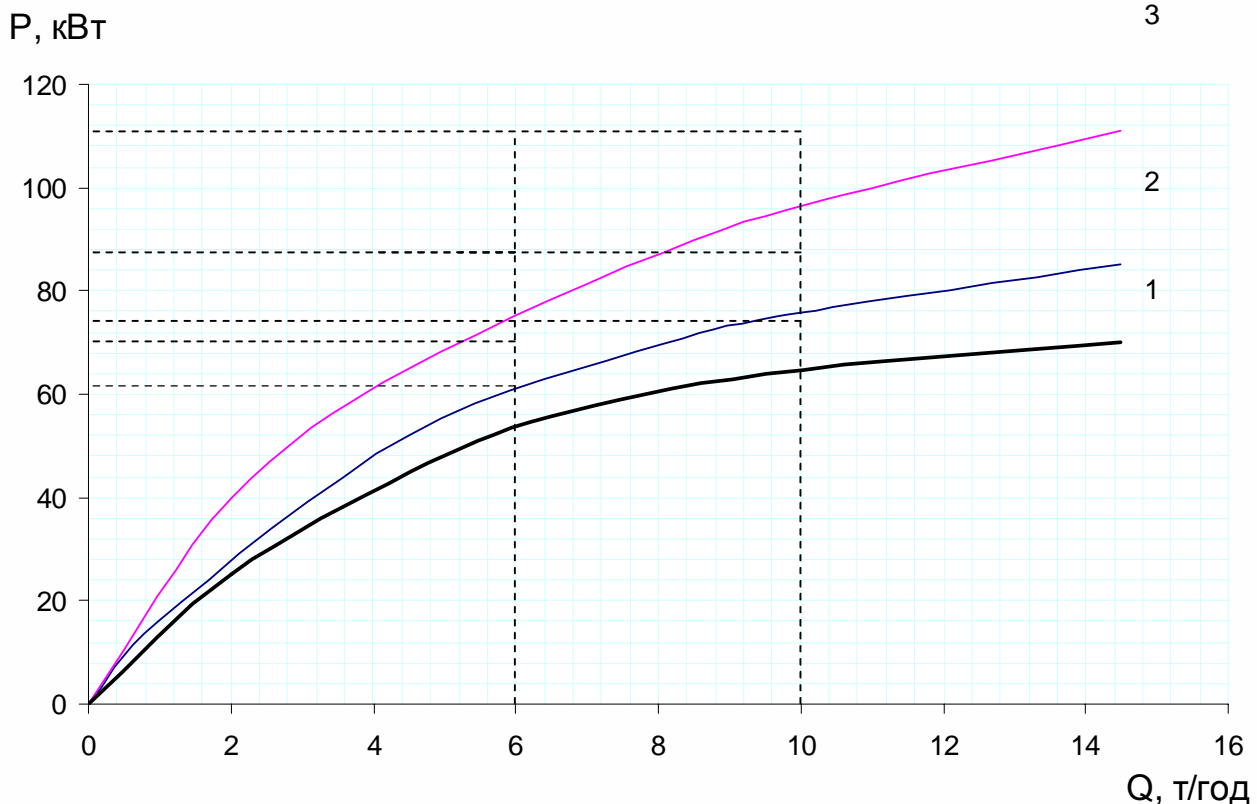


Рис. 1. Графік залежності $P=f(Q)$ молоткових дробарок: 1 – характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-55; 2 - характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-75; 3 - характеристика зернодробарки А1-ДМ2Р-110

Висновки. Виходячи з графіку залежності $P=f(Q)$ було встановлено, що найменші питомі затрати енергії на подрібнення у дробарки А1-ДМ2Р-55. Тому саме цю дробарку доцільніше обрати для технологічного процесу подрібнення кормів.

Використання дробарки А1-ДМ2Р-55 дає можливість отримати економічний ефект при експлуатації за рахунок наявності реверсу ротора і економії часу в обслуговуванні, що приведе до збільшення продуктивності в цілому всієї лінії.

Список використаних джерел

1 Дробилка А1-ДМ2Р-55. Технический паспорт. – Режим доступу: <http://www.chertezhi.com/assets/files/212/stranic.pdf>

2 Бочарова Т.А. Технология хранения и переработки продукции растениеводства с основами стандартизации. Часть 3. Технические культуры, пивоварение, комбикорма: учебное пособие/ Т.А. Бочарова. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. 115 с.

3 Технологія виробництва комбікормів. Опис. – Режим доступу: http://www.kurcha.com.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=7&Itemid=2

4 Электропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній: Підручник / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк; За ред. Є.Л. Жулая. – К.: Вища освіта, 2001. – 288 с.: іл.

УДК 621.31.003.1 : 628.12

ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА НАСОСНИХ СТАНЦІЯХ ЗРОШЕННЯ

Плаксин М.С. (2 курс),
Миронець С.Д., викладач спецдисциплін

*ВСП «Мелітопольський коледж
Таврійського державного агротехнологічного університету»*

Робота присвячена питанню економії електричної енергії на насосних станціях зрошення.

93

Постановка проблеми. Значні території України потребують зрошення. Для зрошення чималих площ використовують спеціальні дощувальні машини. Такий спосіб зрошення виконують за рахунок використання таких дощувальних машин як Кубань, Дніпро, Фрегат.

Для забезпечення дощувальної техніки водою застосовують спеціальні насосні станції, насосні станції підкачки. Для забезпечення працездатності цих насосних станцій застосовують різноманітне технологічне обладнання, а відповідно і електросилове обладнання приводних механізмів. Однак основними споживачами електроенергії на насосних станціях підкачки є електродвигуни приводу основних насосних агрегатів. Вони мають значну потужність, котра сягає 300 кВт і вище.

Оскільки споживання електричної енергії на таких об'єктах дуже значне, то і питання економії електричної енергії набувають величезного значення. На сучасному рівні розвитку гідромеліоративних об'єктів більшість насосних станцій працюють не самим економічним чином. Дані статистики свідчать про те, що витрати електричної енергії на таких об'єктах сягають 15% від загальної кількості споживаної, а в деяких випадках можуть сягати до 25%. У грошовому еквіваленті це дуже значні суми.

Аналіз останніх досліджень. Широке впровадження сучасних систем частотного регулювання є одною з тенденцій у області енергозберігаючих технологій останніх років. Застосування частотно-регульованих приводів на основі асинхронних електродвигунів з короткозамкненим ротором і напівпровідникових перетворювачів частоти дозволяє знизити споживання електричної енергії, поліпшити можливість автоматизації об'єктів, покращити умови експлуатації обладнання і якість протікання технологічних процесів, що протікають на насосних станціях.

Мета статті. На сучасному етапі розвитку нашої країни дуже важливим є застосування енергоощадних технологій. Особливого значення набувають ці питання у енергоємних технологіях. Важливим є обґрунтування економічної доцільності застосування частотно-регульованого приводу на насосних зрошення, що обладнанні електроприводами, які мають значну потужність.

Основні матеріали дослідження. Оскільки енергоємність технологічного процесу на насосних станціях зрошення значна, то існуючі засоби впливу на обладнання були направлені на отримання оптимальних варіантів за споживанням електричної енергії. Для більш економічного використання електричної енергії на насосних станціях регулюють витрати води. Існує два найбільш розповсюджених традиційних способи автоматичного регулювання витрати насосної станції: регулювання тиску у водонапірній мережі системи зрошення та регулювання за витратами у мережі. Рішення застосування того чи іншого варіанту приймають у залежності від характеристик основних насосних агрегатів, що використані на насосній станції. Останнім часом, у зв'язку із значним зниженням вартості, найбільший інтерес, з погляду економії електроенергії, представляє метод частотного регулювання швидкості обертання асинхронного двигуна приводу насоса. Застосовуючи на насосній станції однотипні насосні

агрегати, передбачається використання для приводу одного основного насосного агрегату застосувати частотне регулювання.

Загальний принцип регулювання частоти обертання насосного агрегату полягає в тому, що привод насоса здійснює асинхронний двигун, який живиться від частотного перетворювача. Частотний перетворювач – це пристрій, в якому постійна частота мережі живлення f_1 перетворюється в змінну f_2 . Пропорційно частоті f_2 змінюється частота обертання електродвигуна, що підключений до виходу перетворювача. Перспективи, що відкриваються при використанні перетворювача частоти як пристрою регулювання для електроприводу, виконаного на основі асинхронного електродвигуна, безмежні. Однією з головних тенденцій розвитку сучасного електроприводу є використання його в цілях заощадження енергетичних ресурсів. Слід зазначити, що використання перетворювачів частоти як регульованого електроприводу створює свої переваги за рахунок автоматичної зміни параметрів системи залежно від умов роботи механізму і найбільший ефект досягається коли умови роботи часто міняються і межі змін достатньо широкі. В зв'язку з цим, область застосування регульованого електроприводу розповсюджується і на насосні станції, де до теперішнього часу традиційно використовувався простий нерегульований електропривод з асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором. При цьому важливим стає підвищення енергетичної ефективності існуючих електроприводів, що дозволяють вирішувати технологічні задачі при мінімальних витратах.

Для забезпечення максимального економічного ефекту від застосування перетворювача частоти, необхідно заздалегідь провести обстеження і вивчення мережі. Зараз це досить просто є переносні ультразвукові розходоміри, що дозволяють швидко і точно визначити фактичні характеристики мережі і насосного агрегату.

Після впровадження перетворювача частоти на електродвигуні насосного агрегату необхідно наново проводити настройку і регулювання роботи мережі для максимального зниження споживання електроенергії, інакше економічний ефект від впровадження перетворювача частоти буде не повним.

Висновки. Сумарне зниження споживання електроенергії при використанні перетворювачів частоти може досягати 50%, навіть при ідеально підібраних насосах, що працюють на мережу з змінною витратою. За оцінкою економічної ефективності від впровадження перетворювача частоти на насосних станціях можна отримати не лише економію електричної енергії. Застосування частотно-регульованого приводу асинхронного двигуна в сукупності з автоматизацією дозволяє істотно економити ресурси і енергію по різних напрямках, а саме, за рахунок економії електроенергії, зниження невиробничих витоків води і зменшення зносу устаткування.

Список використаних джерел.

1. Ганкин М.З. Комплексная автоматизация и АСУТП водохозяйственных систем / М.З. Ганкин. – М.: Агропромиздат, 1991 – 432 с.
 2. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках / Б.С. Лезнов. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 142 с.
 3. Лезнов Б.С. Применение регулируемого электропривода в насосных установках систем водоснабжения и водоотведения / Б.С. Лезнов, В.Б. Чебанов // Электротехника. -1995. - № 7.
- Сарач Б.М. Энергосберегающие насосные станции / Б.М. Сарач, И.Е. Хромых // Промышленная энергетика. -1997. - № 8.

УДК 631.37

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗМІННОГО СТРУМУ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРОМОДУЛЮ

Кучеренко Д.В. (3 курс),
Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

У публікації обґрунтовано структуру електроприводу з системою автоматичного керування електродвигуном приводу ґрунтообробного агро модуля.

95

Постановка проблеми. Останні досягнення в області створення напівпровідникових елементів, а також розвиток мікропроцесорної техніки на базі мікроконтролерів відкривають широкі можливості для підвищення ефективності та надійності систем електропривода. При цьому необхідні теоретичні дослідження конкретної електромеханічної системи з метою обґрунтування найбільш раціональних параметрів електроприводу.

Відносна простота регулювання швидкості та підтримки тягового зусилля на заданому рівні визначило застосування в електрифікованих ґрунтообробних машинах електродвигунів постійного струму послідовного збудження (ДПС ПЗ). Однак дані двигуни при експлуатації мають ряд недоліків: низькі ресурс та надійність колекторного вузла, якірних та полюсних обмоток двигуна, підвищена трудомісткість їх обслуговування. В свою чергу, простої обладнання, викликані ремонтними роботами, знижують ефективність технологічного процесу обробітку ґрунту.

Виценаведені недоліки обумовлюють необхідність пошуку альтернативних рішень при створенні регульованого електроприводу електрифікованого ґрунтообробного агро модуля. Одна з альтернатив – це побудова електропривода на базі вентильного двигуна змінного струму, що має деяку схожість механічних характеристик, та виключає недоліки двигуна простійного струму із-за відсутності колекторного вузла

Аналіз останніх досліджень. На практиці зміна частоти обертання двигуна постійного струму виконується шляхом амплітудного (реостатні схеми) або імпульсного (тиристорні системи) керування напруги обмотки якоря [1, 2]. Силова схема імпульсного способу представлена імпульсним тиристорним перетворювачем, яка має великі втрати в контурі комутації з причини необхідності виконувати цикли заряду та перезаряду комутуючих конденсаторів та великих габаритів комутуючого контуру.

Мета статті. Недоліки електроприводу постійного струму вимагають використання в якості тягового привода електрифікованого ґрунтообробного агро модуля більш надійних та дешевих безколекторних двигунів змінного струму. Отже метою статті є обґрунтування структури та розробка електроприводу агро модуля з системою автоматичного керування та силового електропривода на сучасній базі силових напівпровідникових елементів.

Основні матеріали дослідження. Класичною формою тягової характеристики є характеристика з трьома ділянками: жорсткою, м'якою та ділянкою постійної потужності). Характеристика представляє собою так звану «тягову область», що обмежує можливі режими роботи привода. Максимальне значення швидкості обмежують вимоги безпеки та технологічності роботи, а також обмеження по зчепленню з ґрунтом [3].

Електроприводу ґрунтообробного агро модуля властиві часті перевантаження, що спостерігаються в режимах пуску, гальмування та при різкій зміні твердості ґрунту. Необхідність роботи електропривода як в режимі двигуна так і в гальмівних режимах, а також різко змінний характер навантаження обумовлюють значні коливання потужності, що споживається електродвигуном.

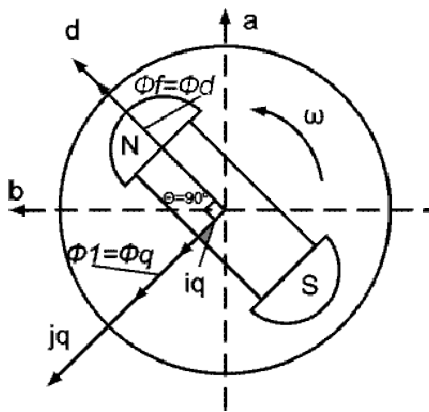


Рис. 1. Просторове розміщення оберткової системи координат, орієнтованої по вектору Φ_f .

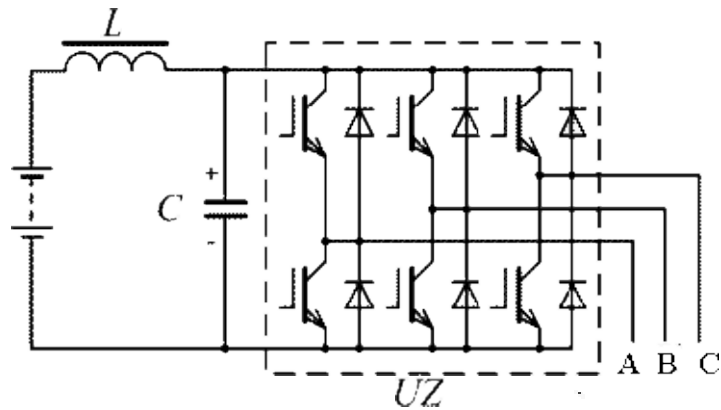


Рис. 2. Принципова схема автономного інвертора напруги тягового електроприводу.

Перспективним варіантом побудови тягового електроприводу агро модуля є застосування безколекторного двигуна постійного струму (БДПС) – магнітоелектричної синхронної машини з трапецієдальним розподіленням магнітного поля з використанням датчика положення ротора (ДПР) та напівпровідникового комутатора. В даному випадку на виході напівпровідникового комутатора і відповідно на обмотках синхронної машини формуються прямокутні імпульси напруги. Можливі варіанти формування та побудови електропривода та системи керування наведені в [5].

Регулювання частоти обертання та обертового моменту двигуна здійснюється шляхом керування середнім струмом на автономному інверторі з використанням широтно-імпульсної модуляції. Дослідний вентильний двигун розглядаємо в обертковій системі координат $d-q$, що орієнтована по вектору потоку ротора Φ_f (рис. 2). Векторний двигун буде розвивати максимальний обертовий момент, якщо між вектором i_q та Φ_f буде незмінним кут $\Theta = 90^\circ$. Для забезпечення даної умови система керування за допомогою датчика положення ротора повинна відповідним чином формувати величину струму та напруги в обмотках статора.

В операторному вигляді динамічна модель вентильного двигуна описується системою рівнянь [4]

$$\begin{cases} u_{1d} = (T_s p + 1) i_{1d} - \omega L_1 i_{1q}; \\ u_{1q} = (T_s p + 1) i_{1q} - \omega L_1 i_{1d} + \omega \hat{O}_f; \\ M = \frac{3}{2} n \hat{O}_f i_{1q}; \\ J p \omega = \dot{I} - \dot{I}_{\tilde{N}}. \end{cases} \quad 1)$$

де n – кількість пар полюсів двигуна;

\hat{O}_f – потік ротора від постійних магнітів;

ω – кутова швидкість обертання магнітного поля ротора;

L_1 – приведена індуктивність фази ротора (для неявнополюсного ВД);

$T_s = L_1 / R_1$ – постійна часу двигуна;

$\dot{I}_{\tilde{N}}$ – момент опору;

J – момент інерції ротора.

З системи (1) виходить, що при $\hat{O}_f = \tilde{n} nst$ електромагнітний момент двигуна одноз-начно визначається складовою струму i_{1q} , що відповідає найменшому значенню струму, що споживається електродвигуном. Найбільш сприятливим для наших умов є такий режим ВД, при якому кут між напругою статора та ЕРС ротора складає $\psi = 0$. При цьому проявляється тільки поперечна реакція якоря (ротора), і машина споживає реактивну складову потужності, утворюючи максимальний момент, пропорційний струму статора.

При умові обмеження споживання електричної енергії з мережі цей режим можна здійснити при живленні ВД від автономного інвертора напруги за законом комутації 120° . Система керування базується на використанні інвертора на IGBT-транзисторах, не тільки для перемикання фаз, а й для широтно-імпульсної модуляції напруги, поданої на статор. При цьому інвертор працює в режимі автономного інвертора напруги і має зворотні діоди (рис. 2).

Як видно з системи рівнянь (1) складові напруг u_{1d} та u_{1q} одночасно залежать від складових струмів по осям d - q . Для видалення цього зв'язку в моделі ВД вводимо додаткові штучні ЕРС

$$\hat{a}_{1q} = \omega L_1 i_{1q}, \quad \hat{a}_{1d} = R_1 i_{1d} + L_1 \frac{di_{1q}}{dt}. \quad (2)$$

При розділенні каналів керування рівняння напруг будуть мати вигляд

$$u_{1d} = R_1 i_{1d} + L_1 \frac{di_{1d}}{dt}, \quad u_{1q} = R_1 i_{1q} + L_1 \frac{di_{1q}}{dt}. \quad (3)$$

Для забезпечення необхідних динамічних та статичних характеристик електропривід побудовано по принципу системи підлеглого регулювання. Синтез регуляторів в системі підлеглого регулювання ВД виконується аналогічно двигунам постійного струму. Структурна схема представлена на рис. 3

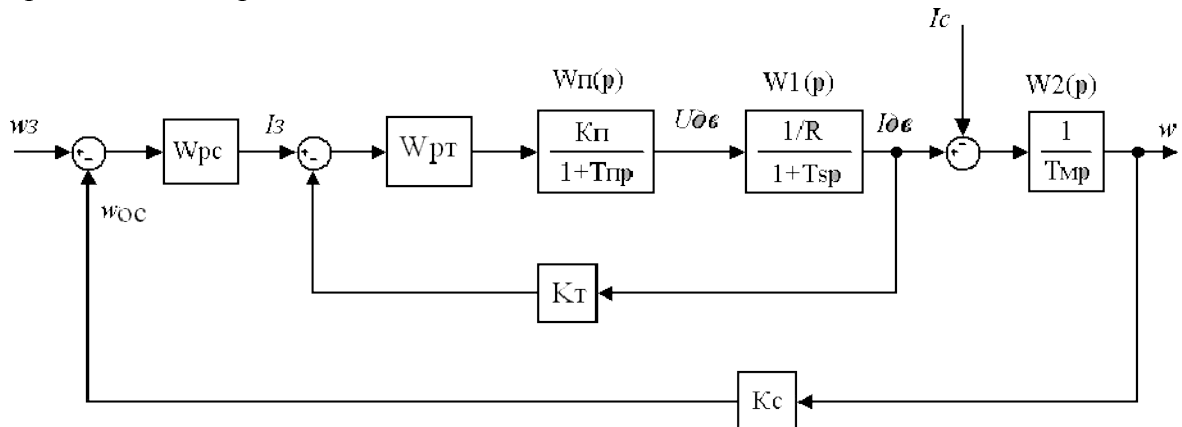


Рис. 3. Розрахункова структурна схема системи керування вентилювальним двигуном

На схемі рис. 3 позначено: $W_n(p)$ – передаточна функція силового перетворювача; $W_1(p)$, $W_2(p)$ – передаточна функція вентилювального двигуна, відповідно його електрична та механічна частини; K_n , T_n – коефіцієнт посилення та найменша постійна струму силового перетворювача; T_m – електромеханічна постійна часу двигуна; W_{pc} , W_{pm} – передаточна функція регулятора швидкості та струму; K_m , K_c – коефіцієнти зворотних зв'язків по струму та швидкості; ω_z , I_z – задаючий сигнал по швидкості та струму.

При настроюванні системи керування вентилювальним двигуном на модульний оптимум, передаточні функції регулятором матимуть наступний вигляд

$$W_{pm}(p) = \frac{1}{2T_n p} \frac{1 + T_s p}{1/R} \frac{1}{K_c K_m}, \quad W_{pc}(p) = \frac{T_s p}{4T_n p} \frac{K_m}{K_c}. \quad (4)$$

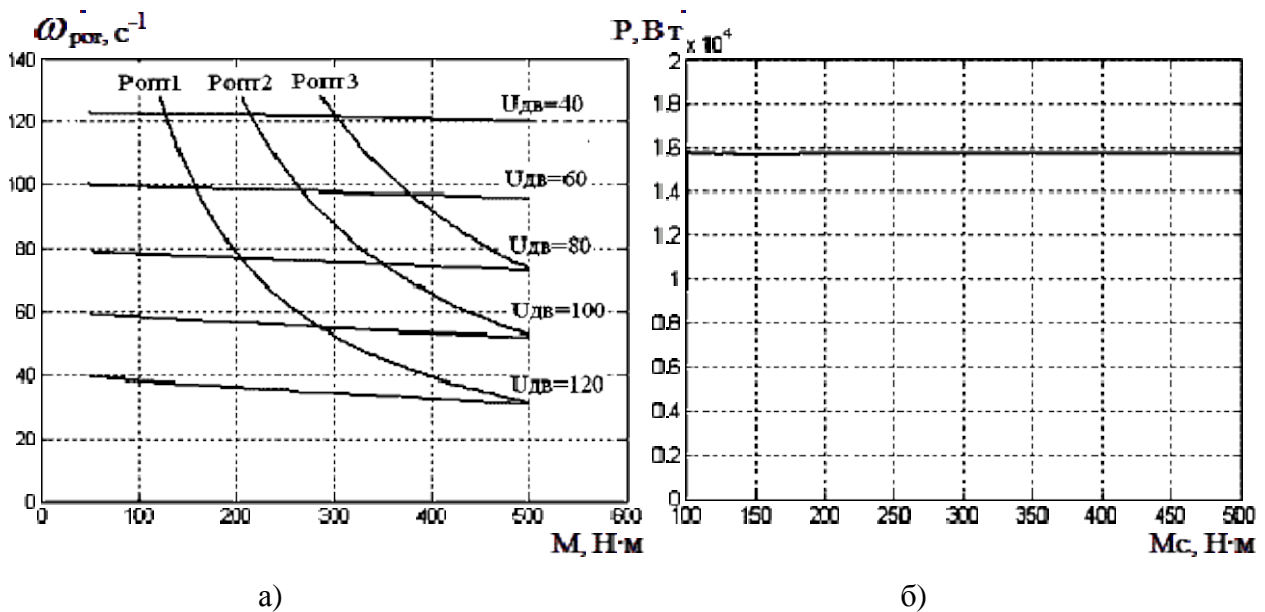


Рис. 4. Результати моделювання: а) тягові характеристики ВД;
 б) залежність споживаної потужності ВД від моменту опору на валу.

Штучні механічні характеристики ВД при використанні системи керування з підлеглим регулюванням достатньо жорсткі (рис. 4, а), тобто застосовуючи оптимізацію по струму задання на регуляторі струму за допомогою блоку обмеження струму, отримуємо штучні механічні характеристики, аналогічні механічним характеристикам двигуна постійного струму послідовного збудження. Також в результаті моделювання отримана графічна залежність між споживаною потужністю та моментом опору на валу двигуна (рис. 4, б), з якої видно, що при зміні навантаження, потужність споживана ВД залишається незмінною.

Враховуючи вимоги до системи керування розглянуті вище, доцільно реалізувати її на базі мікропроцесорної техніки. Для цього слід використати мікроконтролер з ШИМ-функціями AT90PWM3.

Висновок. Найбільш перспективним варіантом побудови силового електроприводу ґрунтообробного агро модуля є використання вентильного двигуна на базі синхронної машини із збудженням від розташованих на роторі постійних магнітів. В області моментів, близьких до номінальних, його характеристики досить наближені до характеристик двигуна постійного струму. Для його керування необхідно регулювати напругу живлення (вихідну напругу інвертора), тобто система досить близька до системи керування двигуном постійного струму – підлеглою регулювання по швидкості та струму, але при цьому потужність, споживана двигуном, повинна залишатися незмінною при різному навантаженні на валу двигуна.

Список використаних джерел

- 1 Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов/ В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с.
- 2 Панкратов В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза. / В. Панкратов. Электронные компоненты, 2007, № 2.
- 3 Кувачов В.П. Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації рослинництва/ В.П. Кувачов, Ю.М. Куценко, О.В. Ковальов, Є.І. Єгнат'єв // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 12, Т.2-Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С. 86-92.
- 4 Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие. / С.Г. Герман-Галкин. – Спб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
- 5 Казачковский М.М. Комплектні електроприводи: Навч. Посібник. / М.М. Казачковский. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003. – 226 с.

УДК 631.3-83(075.8)

ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ: МЕТОДИ КЕРУВАННЯ ТА АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ

Костюк М.О.,
Помазан А.Г. (3 курс),
Квітка О.С. (магістр, 2 курс),
Квітка С.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто перетворювачі частоти електроприводів змінного струму, методи керування та апаратну реалізацію.

99

Постановка проблеми. Основним елементом сучасних електроприводів змінного струму є перетворювач частоти. Вони все більшою мірою використовуються в електроприводах змінного струму насосів, вентиляторів, компресорів, транспортерів та ін. в промисловості та сільському господарстві [1-3].

Аналіз останніх досліджень. Незважаючи на різноманіття існуючих на даний момент алгоритмів керування та варіантів апаратної реалізації перетворювачів частоти, існують типові рішення, що застосовуються більшістю виробників [2, 3].

Виробництвом перетворювачів частоти займається досить багато фірм у всьому світі. Серед зарубіжних фірм можна виділити наступні групи:

1. Лідери, продукція яких характеризується приблизно однаковими якістю, функціональністю і високою надійністю. Таких фірм небагато – «ABB», «Danfoss», «Siemens», «Mitsubishi», «Yaskawa». Саме ці фірми задають моду в розвитку перетворювальної техніки.

2. Фірми «Control Techniques», «Lenze», «Schneider Electric», за якістю продукції практично не поступаються лідерам.

3. Фірми, що не задають тон розвитку, а лише наступні за лідерами і випускають досить надійну і якісну продукцію – «Emotron», «Fuji», «General Electric», «Hitachi», «Ansaldo», «KEB», «LG», «SEW».

4. Фірми, що розвиваються поступаються лідерам по функціональності і якості продукції. До них можна віднести фірми Тайваню, Південної Кореї, Польщі.

Вітчизняних заводів поки не так багато. В першу чергу можна відмітити вироби під торговими марками «АПЧ», «Ремсі», «МКЕ», «Електроапарат».

Частотні перетворювачі призначені для регулювання частоти обертання вала АД, змінюючи швидкість в широких межах. Частотні перетворювачі, що одержали широке поширення, є інверторами напруги, хоча ще також існують і використовуються інвертори струму. Це пояснюється тим, що інвертори напруги можуть працювати в багатодвигуневому приводі, і, найголовніше, мають більш широкий діапазон зміни вихідної частоти. Остання обставина відкриває дорогу даних пристроїв не тільки у виробничу, але і в комунальну сферу, де, наприклад, навантаження на водогін вкрай нерівномірне. Частотні перетворювачі допомагають ефективно вирішити проблему необґрунтованої перевитрати електроенергії – коли тиск у трубах нормалізується, інвертор автоматично знижує момент на валу насоса, заощаджуючи при цьому до 30 % енергії. У промисловості та у сільському господарстві при виробництві на конвеєрах так само часто використовуються частотні перетворювачі для керування транспортерами. В результаті чого досягається синхронізація роботи електродвигунів приводу транспортерів технологічної лінії, а внаслідок і всієї лінії, економія електроенергії і підвищення продуктивності лінії.

Фактично, існують негласні стандарти на структуру перетворювачів частоти та виконуваними ними функції.

У загальному випадку можна виділити два основні завдання, які вирішуються регулюванням електроприводом: керування моментом і швидкістю обертання електродвигуна.

Необхідність регулювання моменту диктується техніко-технологічними вимогами, що пред'являються до електроприводу. Для нормального функціонування приводу необхідно обмежувати момент і струм двигуна допустимими значеннями в перехідних процесах пуску, гальмування і під дією навантаження. Для механізмів, що зазнають при роботі значні перевантаження аж до зупинки робочого органа (наприклад, електроприводи млинів), виникає необхідність безперервного регулювання моменту електродвигуна в цілях обмеження динамічних ударних навантажень. У багатьох випадках потрібно також точне дозування зусилля на робочому органі (електроприводи металообробних верстатів, намотувальні машини та ін.)

Технологічні режими багатьох виробничих механізмів на різних етапах роботи вимагають руху робочого органу з різною швидкістю, що забезпечується або механічним шляхом, або шляхом електричного регулювання швидкості електроприводу. При цьому вимоги до діапазону і точності регулювання швидкості можуть змінюватися в найширших межах залежно від галузі застосування електроприводу [1, 2].

Мета статті. Аналіз стану розвитку сучасних перетворювачів частоти електроприводів змінного струму, методів керування ними та їх апаратної реалізації.

Основні матеріали дослідження. Для вирішення завдань регулювання швидкості і моменту в сучасному електроприводі застосовують два основні методи частотного керування: скалярне і векторне [1-3].

Асинхронний електропривод зі скалярним керуванням є на сьогоднішній день найбільш поширеним. Він застосовується в складі приводів насосів, вентиляторів, компресорів та інших механізмів, для яких важливо підтримувати або швидкість обертання вала двигуна (при цьому використовується датчик швидкості), або технологічний параметр (наприклад, тиск в трубопроводі, при цьому використовується відповідний датчик).

Основний принцип скалярного керування – зміна частоти і амплітуди напруги живлення за законом $U/f^n = \text{const}$, де $n \geq 1$. Конкретний вид залежності визначається вимогами, що пред'являються до електроприводу навантаженням. Зазвичай за незалежний вплив приймається частота, а значення напруги при даній частоті визначає вид механічної характеристики, значення пускового і критичного моментів. Скалярне керування забезпечує сталість перевантажувальної здатності електроприводу незалежно від частоти напруги, проте має місце зниження моменту, що розвивається двигуном, при низьких частотах (при $f < 0,1f_{\text{ном}}$). Максимальний діапазон регулювання швидкості обертання ротора при незмінному моменті опору для електроприводів зі скалярним керуванням досягає 1:10.

Метод скалярного керування відносно простий у реалізації, але має два істотних недоліки. По-перше, за відсутності датчика швидкості на валу двигуна неможливо регулювати швидкість обертання вала, тому що вона залежить від навантаження. Наявність датчика швидкості вирішує цю проблему, однак залишається другий істотний недолік – не можна регулювати момент на валу двигуна. З одного боку, і цю проблему можна вирішити установкою датчика моменту, однак такі датчики мають дуже високу вартість, часто перевищує вартість всього електроприводу. Але навіть за наявності датчика керування моментом виходить дуже інерційним. Більш того, при скалярному керуванні не можна регулювати одночасно і момент і швидкість, тому доводиться вибирати ту величину, яка є найбільш важливою для даного технологічного процесу.

Для усунення недоліків, властивих скалярному керуванню, фірмою SIEMENS був запропонований метод векторного керування. У сучасних електроприводах в систему керування закладається математична модель двигуна, яка дозволяє розраховувати момент на валу і швидкість обертання вала. При цьому необхідними є тільки датчики струму фаз статора двигуна. Завдяки структурі системи керування забезпечується незалежне і майже безінерційне регулювання двох основних параметрів – моменту на валу і швидкості обертання.

На сьогоднішній день сформувалися два основні класи систем векторного керування – бездатчикові системи (без датчика швидкості на валу двигуна) і системи зі зворотним зв'язком по швидкості. Застосування того чи іншого методу векторного керування визначається областю застосування електроприводу. При невеликих діапазонах зміни швидкості (не більше 1:100) і вимогах до точності її підтримки не більше $\pm 0,5\%$ застосовують бездатчикове векторне керування. Якщо ж швидкість обертання вала змінюється в широких межах (до

1:10000 і більше), маються вимоги до високої точності підтримки швидкості обертання (до $\pm 0,02\%$ при частотах обертання менше 1 Гц) або є необхідність позиціонування валу, а також при необхідності регулювання моменту на валу двигуна на дуже низьких частотах обертання, застосовують методи векторного керування із зворотним зв'язком по швидкості.

При використанні векторного керування досягаються наступні переваги:

- висока точність регулювання швидкості навіть при відсутності датчика швидкості;
- плавне без ривків, обертання двигуна в області малих частот;
- можливість забезпечення номінального моменту на валу при нульовій швидкості (при наявності датчика швидкості);
- швидка реакція на зміну навантаження: при різких скачках навантаження практично не відбувається стрибків швидкості;
- забезпечення такого режиму роботи двигуна, при якому знижуються втрати на нагрів і намагнічування, а отже, підвищується ККД двигуна.

Поряд з перевагами, методу векторного керування властиві і деякі недоліки, такі, як велика обчислювальна складність і необхідність знання параметрів двигуна. Крім того, при векторному керуванні коливання швидкості на постійному навантаженні більше, ніж при скалярному керуванні. Слід зазначити, що існують області, в яких можливе використання тільки скалярного керування, наприклад в груповому електроприводі, де від одного перетворювача живляться кілька двигунів.

Побудова силової частини [1-3]. Найбільшого поширення набули перетворювачі частоти з проміжною ланкою постійного струму, побудовані за схемою випрямляч - автономний інвертор. Принцип роботи та області застосування таких перетворювачів частоти залежать від типу використовуваного випрямляча та автономного інвертора (інвертор напруги або інвертор струму).

Існує декілька різних схем випрямлячів. За принципом дії вони можуть бути розділені на три групи: керовані, напівкеровані і некеровані. Схемотехнічно всі випрямлячі будуються за трифазною мостовою схемою.

Найбільшого поширення набули некеровані випрямлячі. Виконувані на найпростіших і дешевих напівпровідникових приладах – діодах, вони характеризуються максимальною простотою і надійністю, високим ККД, а також досить високою якістю вихідної напруги і гармонійного складу струму, споживаного з мережі. Однак некерованість процесу перетворення енергії не дозволяє реалізувати режим рекуперації, необхідний у багатьох випадках.

Керовані випрямлячі на низькочастотних тиристорах, позбавлені як недоліків, так і більшості переваг діодних випрямлячів. Вони мають високий ККД і властивість оборотності по напрямку перетворення енергії і зазвичай використовуються спільно з автономними інверторами струму для регулювання величини вихідного струму перетворювача. Недоліки керованих випрямлячів полягають у підвищеному рівні пульсацій випрямленої напруги, в зниженому значенні коефіцієнта потужності, який зменшується пропорційно вихідній напрузі, і в односторонньому напрямку вихідного струму. При необхідності забезпечити протікання випрямленого струму в обох напрямках використовують реверсивні тиристорні перетворювачі, що складаються з двох включених зустрічно-паралельно тиристорних випрямлячів, один з яких призначений для протікання струму навантаження в прямому, а інший у зворотному напрямку. Це ускладнює і здорожує перетворювач.

Напівкеровані випрямлячі займають проміжне положення між керованими і некерованими випрямлячами, дозволяючи регулювати значення випрямленої напруги без можливості рекуперації енергії в мережу. У разі керованих і напівкерованих випрямлячів з'являється можливість відключення силової схеми перетворювачів частоти від мережі без використання додаткового устаткування.

Перетворювач частоти (рис. 1) складається з некерованого діодного силового випрямляча, автономного інвертора, системи керування ШІМ, системи автоматичного регулювання, дроселя L_B і конденсатора фільтра C_B . Регулювання вихідної частоти $f_{вих}$ і напруги $U_{вих}$ здійснюється в інверторі за рахунок високочастотного широтно-імпульсного керування. Широтно-імпульсне керування характеризується періодом модуляції, всередині якого обмотка статора електродвигуна підключається по черзі до позитивного і негативного полюсів випрям-

ляча. Тривалість цих станів всередині періоду ШІМ модулюється за синусоїдальним законом. При високих (звичайно 2...15 кГц) тактових частотах ШІМ, в обмотках електродвигуна, внаслідок їх фільтруючих властивостей, протікають синусоїдальні струми.

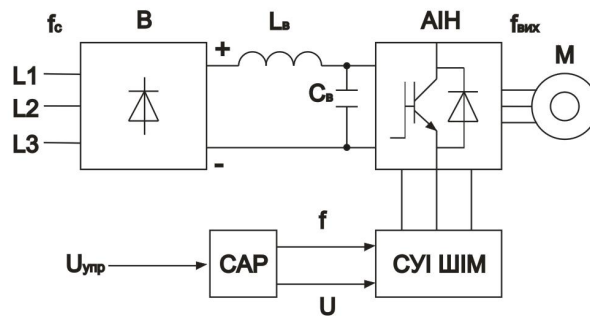


Рис. 1. Перетворювач частоти

Таким чином, форма кривої вихідної напруги являє собою високочастотну двополярну послідовність прямокутних імпульсів. Частота імпульсів визначається частотою ШІМ, тривалість (ширина) імпульсів протягом періоду вихідної частоти АІН промодульована за синусоїдальним законом. Форма кривої вихідного струму (струму в обмотках асинхронного електродвигуна) практично синусоїдальна. При широтно-імпульсній модуляції форма струмів в обмотках статора асинхронного двигуна виходить близької до синусоїдальної завдяки фільтруючим властивостям самих обмоток.

Сучасні інвертори виконуються на основі повністю керованих силових напівпровідникових приладів – GTO- тиристорів, або IGBT- транзисторів.

Особливостями автономних інверторів напруги є живлення від джерела напруги, замикання контуру реактивного струму навантаження через зворотні діоди і незалежність форми кривої напруги на виході інвертора від характеру навантаження. Недоліком АІН є необхідність використання реверсивних випрямлячів для організації рекуперативних режимів роботи електропривода. Однак застосування інверторів напруги дозволяє без ускладнення схеми отримати високі енергетичні показники і забезпечити вихідні струми, близькі до синусоїдальним. Це обумовлює широке застосування АІН в сучасному електроприводі. Для побудови силових ключів в області комутованих струмів до 50 А використовуються біполярні транзистори з ізольованим затвором (IGBT) і польові транзистори з ізольованим затвором (MOSFET), а також низькочастотні і високочастотні діоди і тиристори. Силові біполярні транзистори в діапазоні до 50 А знаходять основне застосування в дешевому промисловому обладнанні. В області комутованих струмів більше 50 А основними використовуваними приладами є силові модулі на базі біполярних транзисторів, тиристорів (GTO, GCT, IGCT). Слід виділити транзисторні і діод-транзисторні модулі, виконані за інтегральною технологією на основі транзисторів типу IGBT. Низькі втрати потужності в ключових режимах, великі значення робочих напруг і струмів, малі часи включень і відключень цих модулів, а також можливість їх використання при паралельній роботі дозволяють створювати потужні і компактні перетворювальні установки з високою частотою комутації напівпровідникових ключів.

Висновки. Сучасний асинхронний електропривод динамічно розвивається і характеризується широким спектром пропонуваніх технічних рішень. У даній статті наведено огляд методів керування, що застосовуються в сучасному регульованому асинхронному електроприводі, дана характеристика типових модулів, що входять до складу силової частини. При підготовці матеріалу статті використовувалися результати аналізу сучасних тенденцій побудови перетворювачів частоти, які пропонуються провідними світовими виробниками.

Список використаних джерел

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник / Г.Г. Соколовский. – М.: АCADEMIA, 2006. – 265 с.
2. Хусаинов Р. Частотники: критерии выбора // Конструктор. Машиностроитель. – 2008. – №12.
3. Карлов Б., Есин Е. Современные преобразователи частоты: методы управления и аппаратная реализация // Силовая электроника. – 2004. – №1.



Автоматизація технологічних процесів в АПК

УДК 658.011.56

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ЗЕРНОПУНКТАХ

Артюх А.П. (4 курс),
Постнікова М.В., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведений аналіз існуючих витратомірів зерна для зерноочисних машин, що дає можливість контролювати продуктивність машини і підбирати раціональний режим завантаження.

Постановка проблеми. Сучасний стан сільськогосподарської техніки для обробки зерна дозволяє здійснювати лише автоматизацію окремих операцій і централізоване керування із загального пульту.

Автоматизація окремих операцій в загальному технологічному ланцюзі не дозволяє використовувати всі переваги автоматичного способу ведення процесу. В такій технологічній поточковій лінії залишаються машини і апарати, якими керують вручну. Ручне керування технологічним процесом післязбиральної обробки зерна не дозволяє повністю використовувати можливості машин. Так із-за недосконалості керування фактична продуктивність зерноочисних машин на 30% нижча від пропускну здатності [1, 2].

Причиною низкою ефективності зерноочисних машин є робота з заниженими завантаженнями, що звільняє робочі органи від забивання і можливих завалів, які виникають при зміненому складі зерна по фізико-механічним властивостям.

В поточкових лініях автоматизація окремих операцій не усуває диспропорції в трудомісткості процесів, так як зазвичай залишаються ділянки, які потребують застосування ручної праці. Тому часткова автоматизація, що декілька покращить режим роботи установок і поточкових ліній, в цілому не є радикальним засобом підвищення ефективності їх роботи. Вона не дозволяє здійснити раціональну систему керування процесом при нормальному і аварійному режимах, пуску і гальмуванні, так як включає в себе мінімальний об'єм засобів автоматичного контролю регулювання і керування [3].

Аналіз останніх досліджень. Продуктивність всього комплексу машин регулюється зазвичай на першому, по руху продукції, транспортері, коли визначається оптимальний режим роботи, при якому комплекс має найвищу продуктивність при допустимій якості обробки продукції. При відхиленні продуктивності від оптимального режиму якість обробки продукції знижується. Підтримувати продуктивність сільськогосподарських машин на оптимальному рівні порівняно складно. Для того, щоб підтримувати подачу зерна на транспортер або зерноочисну машину в доволі вузьких межах, необхідно постійно впливати на органи регулювання подачі.

Існуючий візуальний контроль має велику похибку навіть у досвідченого персоналу. Напружений режим роботи оператора і відсутність засобів контролю призводять до систематичного недовантаження по продуктивності комплексів для післязбиральної обробки врожаю, що в свою чергу призводить до суттєвих втрат врожаю, що в свою чергу призводить до суттєвих втрат врожаю і підвищення собівартості обробки продукції.

Для вимірювання витрати зерна і керування ним застосовують спеціальні засоби, що розроблені для цього: автоматичні ваги; лотковий і відцентрований витратоміри, витратоміри-дозатори.

Для сільського господарства і умов праці на зерноочисних пунктах ВИЭСХ розробив покажчик витрати зерна, який дистанційно контролює витрату зерна в потоці. Цей пристрій відрізняється простотою, достатньою мірою точності при визначенні витрат зерна в широких межах від 1 до 20 т/год. Легко вписується в зернопроводи і не зачинає їх коли він вимкнений. Він може бути вмонтований в любую ділянку зернопроводу, де кут нахилу близький до установочного.

При роботі зерноочисної машини витратоміри встановлені на його вході і на виході, тобто на живлячому зернопроводі і після потоку чистого зерна. Це дає можливість контролювати продуктивність машини і підбирати раціональний режим завантаження відповідного виду і якості оброблюваного матеріалу.

Крім вібрлоткового витратоміру для автоматичного дистанційного контролю витрат зерна застосовують відцентровані витратоміри конструкції ВНИИЗ. Їх можливо також використувати для оперативного контролю продуктивності різноманітних машин і потоків сипких продуктів, а також в якості датчиків в системах автоматичного регулювання.

Відцентровані витратоміри мають демпфери, що дозволяє застосовувати їх для контролю нерівномірних потоків за умови, що амплітуда коливань витрат не перевищує 10% вимірювальної величини, а частота коливань не менше 1 Гц.

Щоб забезпечити нормальну роботу витратоміра при переході на іншу культуру, необхідно перевірити відповідність показів прибору дійсним витратам, кола контролю до приборів, що показують, необхідно прокладати екранованим проводом; не рідше одного разу в 5 – 7 днів очищувати чуттєвий елемент витратоміра від пилу.

Мета статті. На основі аналізу стану питання ставиться задача: застосувати барабанно-лопатевий витратомір зерна для керування технологічним процесом очистки зерна.

Основні матеріали дослідження. В якості датчика витрати зерна доцільно використовувати барабанно-лопатевий витратомір зерна з електричним навантажувальним генератором з чутливістю, що регулюється автоматично. Конструкція приймальної камери витратоміра забезпечує надходження зерна в напрямку вісі лопатевого барабана, що до мінімуму знижує вплив швидкості руху зерна до витратоміра на точність виміру витрати.

Барабанно-лопатевий витратомір зерна з автоматично регульованим опором в колі електричного навантажувального генератора має широкий діапазон виміру витрати зерна від 5 до 500 г/с при достатньому рівні електричної напруги 2-6 В і високій точності вимірів, не чутливий до вібрації решітних сепараторів і пульсуючого характеру потоку зерна.

Основною задачею керування технологічним процесом решітного сепаратора є вибір і підтримання оптимального режиму роботи при складі зерна, що змінюється.

Технологічна ефективність роботи решітного сепаратора оцінюється його продуктивністю при заданій якості сепарування зерна. На продуктивність решітчастого сепаратора впливають некеровані фактори (вологість, засміченість зерна) і керовані (подача зерна, кінематичні параметри). Для кожної зернової суміші, що характеризується фізико-механічними властивостями, існує свій кінематичний режим і подача зерна на решето, при яких продуктивність зерноочисних машин максимальна. Режим роботи зерноочисних машин, що забезпечує максимальну продуктивність, прийнято називати оптимальним, а подачу зерна і кінематичні параметри оптимального режиму – оптимальними керуючими параметрами. Найвища продуктивність решітного сепаратора може бути досягнута тільки при керуванні процесом сепарації як подачею зерна на решето, так і кінематичним режимом одночасно.

Найбільш ефективним за впливом на процес сепарації кінематичним параметром є частота коливань решета, яку і доцільно прийняти в якості регулюючого параметра кінематичного режиму. За допомогою вибору і підтримання оптимальних величин керуючих параметрів (подачі зерна, частоти коливань решета) можливо забезпечити роботу решітного сепаратора в режимі максимальної продуктивності.

Принципова схема барабанно-лопатевого витратоміра зерна представлена на рисунку 1.

Конструкція приймальної камери 2 витратоміра 1 забезпечує надходження зерна в напрямку вісі лопатевого барабана 3, що до мінімуму знижує вплив швидкості руху зерна до витратоміра на точність вимірювання витрати. Під дією сили тяжіння зерна, що надходить до барабану, останній через передавальний механізм 4 обертається разом з електричним генератором 5, в якому енергія потоку зерна, що рухається, перетворюється на електричну. Витрата зерна пропорційна величині струму і напрузі зовнішнього кола електричного генератора ЕГ. Чутливість витратоміра регулюється опором резистора R1.

Барабанно-лопатевий витратомір встановлюється в зернопроводі в приймальній камері зерноочисної машини. Барабан і приймальна камера виготовлені з органічного скла. Конструкція приймальної камери забезпечує надходження зерна на лопатевий барабан перпендикулярно до вісі барабана з постійною швидкістю.

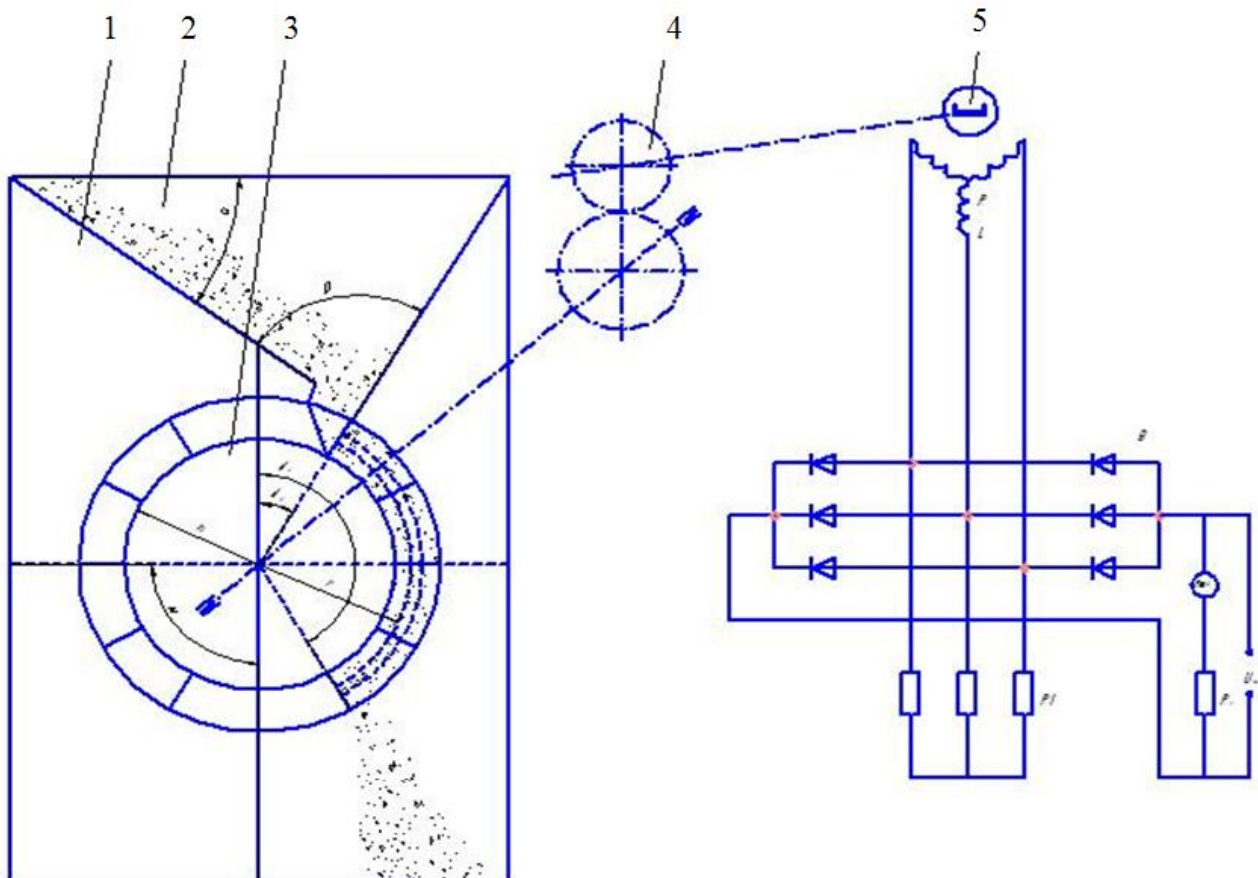


Рис. 1. Принципова схема барабанно-лопатевого витратоміра зерна

В якості навантажувального генератора в датчику використаний сельсин СС-404, який включений за схемою синхронного генератора. Величина постійного струму в обмотці збудження генератора (сельсина) – 230 мА.

Однофазний виконавчий двигун РД-09, що регулюється за частотою обертання, відпрацьовує сигнал керування у вигляді U_y керування. При відсутності U_y ротор двигуна нерухомий. При наявності U_y швидкість обертання ротора залежить від величини напруги.

Для підсилення електричного сигналу в схемі використовується напівпровідниковий підсилювач ППУ, який виконаний з двох підсилюючих каскадів на біполярних транзисторах.

Висновок. Барабанно-лопатевий витратомір зерна підвищує повноту виділення прохідної фракції зерна на 4-5%.

Список використаних джерел.

1 Котов Б.І. Технічні засоби для зберігання зерна в господарствах України / Б.І. Котов, Є.О. Коваль, Л.І. Шустик // Пропозиція. – 1999. - №10. – С. 15.

2 Дринча В.М. Проблемы и перспективы использования агрегатов ЗАВ и комплексов КЗС / В.М. Дринча, В.С. Стягов, Б.И. Шахсандов, С.В. Ратенков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. - №3. – С. 31-33.

3 Котов Б.І. Перспективи розвитку конструкцій зернонасінечисної техніки / Б.І. Котов, М.І. Волошин // Конструювання, виробництво та експлуатація с.-г. машин. – Кіровоград, 2001. – Вип. 31. – С. 110-112.

УДК 621.313.333

АНАЛІЗ РОЗРАХУНКІВ ШВИДКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНИХ ОСЬОВИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ У СВИНАРНИКАХ

Шейко Д.О.,
Чумаченко С.О. (4 курс),
Гузенко В.В

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім.П.Василенка

В статті розглянуті способи регулювання частотою обертання електропривода осьового вентилятора та встановлено, що використання регульованого електропривода з частотним перетворювачем дозволить підвищити енергетичні показники з подальшим економічним ефектом.

Постановка проблеми. Свинарник, де зазвичай утримують велику кількість тварин, потребує особливого мікроклімату. Свині чутливі до параметрів мікроклімату в приміщенні, фекалій, а особливо - до випаровувань аміаку. Сьогодні, сучасне обладнання - системи вентиляції та охолодження можуть допомагати у вирішенні цих проблем. Можливість цих тварин виділяти тепло в навколишнє середовище обмежена, тому дуже небезпечною є ситуація, коли температура навколишнього середовища досягає рівня температури їхньої крові. Якщо навколишнє середовище буде теплішим за кров, свині можуть просто не витримати цього.

На свинофермах використовують вентиляції різних типів: природну, механічну (або примусову) чи змішану. Природна вентиляція - рідкість на тваринницьких фермах. Витяжка створюється завдяки підйомній силі теплого повітря та дії вітру. Такого виду вентиляція допустима в середовищі, де мала щільність поголів'я і можна облаштувати достатньо високі витяжні шахти. Крім цього, використовуються системи механічної вентиляції, в яких повітря надходить внаслідок дії вентиляторів.

У сільському господарстві для вентиляції виробничих приміщень широко використовується витяжні осьові вентилятори з електродвигунами підвищеного ковзання АИРП [1]. За останні роки, завдяки створення нових силових напівпровідникових систем, теорія регульованого електропривода почала стрімко розвиватися. Сучасні комп'ютерні технології дають можливість глибше і якісніше дослідити регульований електропривод як у статиці, так і в динаміці з отриманням енергоефективних показників для подальшого використання. Тому, вибрана тема наукової роботи є актуальною на сьогоднішній час.

Мета статті. Аналіз розрахунків характеристик регульованого асинхронного електропривода з використанням моделювання перехідних динамічних процесів в реальному часі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз показав, потужність, що споживана електроприводом з двигуном АИРП80-А6У3 і перетворювачем частоти, на регульовальних характеристиках у 1,5-2,5 рази менша, ніж при живленні цього двигуна від перетворювача напруги; коефіцієнти потужності порівнювальних характеристик в цих методах живлення практично однакові; двигун АИРП при живленні від перетворювача частоти працює з меншим ковзанням і споживає менший струм порівнюючи з перетворювачем напруги.

Тривалі дослідження, що проводяться на основі сучасної науково-технічної літератури показали доцільність переведення електроприводу на частотне регулювання, але в той же час для отриманих результатів були використані стенди лабораторії моделювання в університеті та приладове забезпечення. [2-4].

Великий внесок у розвиток теорії частотного управління внесли: А.С. Сандлер, І.І. Епштейн, які розглянули як статичні, так і динамічні режими роботи АД при живленні від перетворювачів частоти (ПЧ). Дослідження базувалися на теорії диференціальних рівнянь та на комп'ютерних методах моделювання [2].

Саме сучасне комп'ютерне моделювання, зокрема в програмі MatLab, дає можливість проводити дослідження на віртуальних лабораторних стендах в реальному часі, що суттєво зменшує затрати робочого часу та коштів.

Основні матеріали дослідження. Відомо, добре організована система вентиляції свинарників є необхідною для забезпечення ідеальних умов утримання тварин. При підтримці оптимальної вологості і температури повітря в приміщенні, вони демонструють гарний приріст, відмінний стан здоров'я, а також високу народжуваність. При виборі устаткування для системи вентиляції свинарників необхідно враховувати індивідуальні особливості кожного вентиляованого приміщення, а також кліматичні особливості регіону, в якому воно розташоване. За умови, що перераховані чинники будуть правильно визначені і враховані, а вентиляційне устаткування для приміщень буде підібрано і встановлене в точній відповідності з ними, можна гарантувати, що вентиляція свинарника (Рисунок 1) буде найбільш якісною, а температура і вологість повітря будуть витримані в межах, що є оптимальними для тварин.

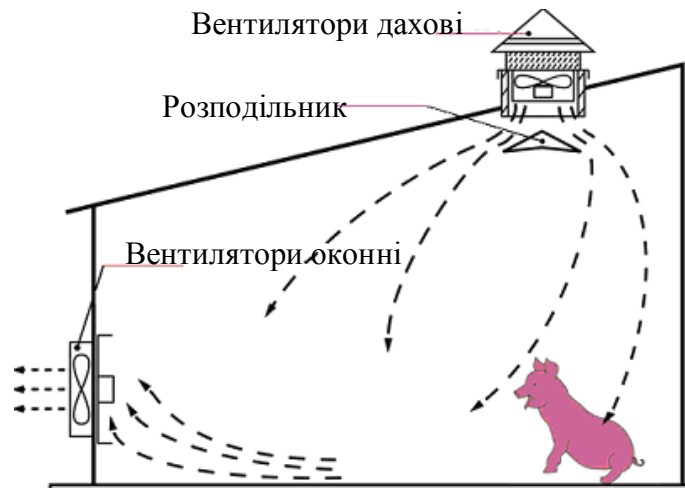


Рис. 1. Запропонована схема вентиляції у тваринницьких приміщеннях

Показаний на схемі принцип організації вентиляції, свинарника дозволяє забезпечити якісний обмін повітря. При цьому переміщення повітря в межах приміщень свинарника не буде швидким, що дозволяє уникнути протягів і зберегти таким чином здоров'я тварин. Але головною метою є отримання віртуальних моделей, які прогнозують перспективу економічної доцільності, перед запровадженням в дію такої системи у свинарниках. На рисунку 2 наведена модель привода трифазного асинхронного двигуна при живленні від мережі. Модель складалась у пакеті Simulink програми MatLab.

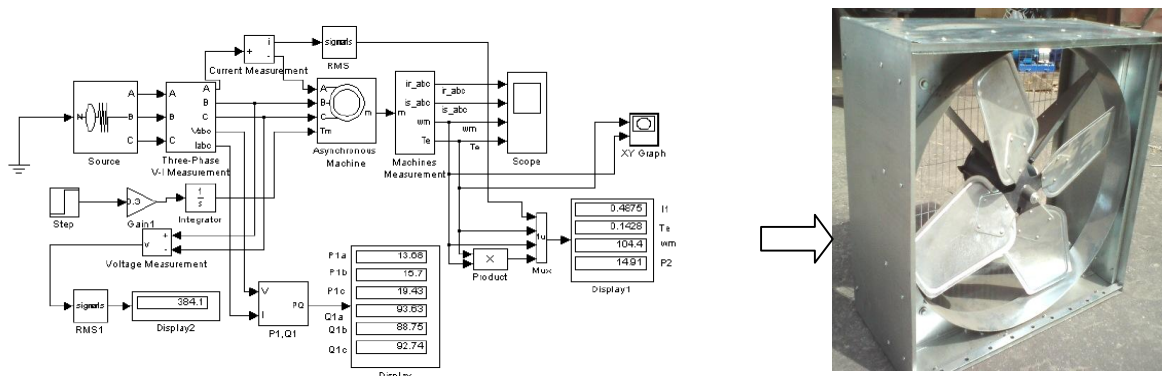


Рис. 2. Віртуальна модель асинхронного двигуна в програмі MatLab з вентиляторним навантаженням

Параметри електродвигуна, які потрібно було визначити, знаходили за формулами:
Електромагнітний обертальний момент при критичному навантаженні:

$$M_K = M_{*K} \frac{P_H \cdot 10^3}{\omega_H} = M_{*K} \frac{P_H \cdot 10^3}{0,105 \cdot n_H} = M_{*K} \cdot M_H \tag{1}$$

де P_n – номінальна потужність, кВт;

n_n – номінальна частота обертання двигуна, об/хв.;

Критичне ковзання, яке можливе тільки при максимальному моменті двигуна:

$$S_k = \frac{S_n + \sqrt{S_n \frac{M_{*k} - 1}{M_{*n} - 1}}}{1 + \sqrt{S_n \frac{M_{*k} - 1}{M_{*n} - 1}}} \quad (2)$$

де M_{*k} , M_{*n} - кратність моментів критичного та максимального.

Значення приведеної індуктивності розсіювання статора L'_{1p} та ротора L'_{2p} :

$$L'_{1p} = L'_{2p} = \frac{U_{н.ф}}{4\pi f (1 + C^2) k I_n} \quad (3)$$

де k_i – кратність пускового струму, в.о [3].

Розрахункові параметри схеми заміщення та уточнені їх значення на моделі для електродвигуна АИРП80-А6У2, паспортні дані якого наведені в таблиці 1:

Таблиця 1 – Паспортні дані двигуна АИРП80-А6У2, та розрахункові параметри

P_n	n_n	$\frac{M_k}{M_{ном}}$	$\frac{M_n}{M_{ном}}$	КПД	J_p	I_n	m
кВт	об/хв	в.о.	в.о.	%	кг·м ²	А	кг
0,37	900	1,6	1,4	67,5	0,0,0057	1,07	9,0

M_n	ω_n	S_n	S_k	ω_k
Н·м	с ⁻¹	в.о.	в.о.	рад/с
3,92	94,2	0,1	0,45	57,6

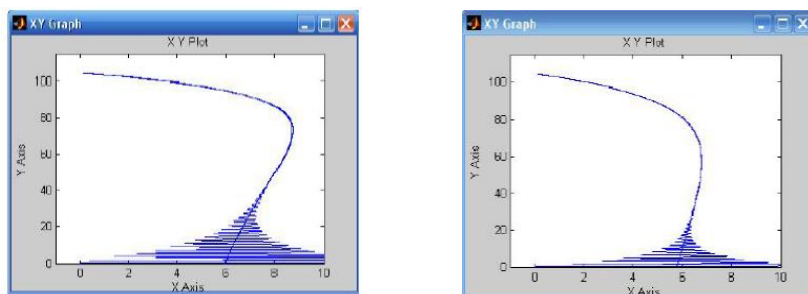


Рис. 3. Механічна характеристика електродвигуна АИРП з розрахунковими та з уточненими параметрами

Враховані характеристики, які виражають всі електромеханічні та механічні властивості двигунів системи вентиляції свинарника [4]. Доведено, що для двигунів з підвищеним ковзанням АИРП вони є дуже важливими при проектуванні вентиляційних систем. Тому, використовуючи необхідні формули для отримання параметрів, і для введення у програму шуканих даних, це сприяє появі позитивних фактів для їх подальшого використання.

Моделювання проведено за рахунок почергового задання у блоці керування пакету Simulink частоту струму на виході автономного інвертора від частоти номінальної мережі до 20 Гц з

кроком 10Гц. У відповідності до частоти струму проводимо корекцію напруги в джерелі живлення згідно з вентиляторним навантаженням по необхідному закону. Час моделювання вибирали таким чином, щоб перехідні процеси струму статора, швидкості, та електромагнітного моменту двигуна закінчилися по показанням осцилографа Scope 1 (Рис.4).

На рисунку 4 приведена осцилограма миттєвих значень струму, швидкості,

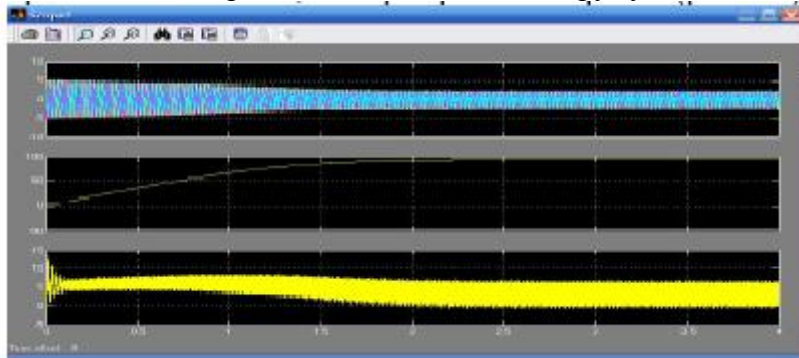


Рис. 4. Осцилограма миттєвих значень по показанням осцилографа Scope 1

Завдяки отриманим результатам, було визначено максимальне значення напруги і струму силового модуля. На осцилограмі видно, що в колі навантаження інвертора виникають періодичні імпульси перенапруг, амплітуда яких у 2 – 3 рази перевищує амплітудне значення вихідної напруги інвертора. Необхідно враховувати ці дані при виборі силових напівпровідникових елементів.

Висновок. В результаті досліджень встановлено, що регульований ЕП вентиля з частотним перетворювачем частоти споживає в 1,5 – 2,5 рази менше енергії порівняно з перетворювачем напруги.

Доведено, що доцільно використовувати віртуальні моделі в системі MatLab. Необхідно, враховувати ці параметри для використання в пакеті Simulink по наведеним формулам, а потім на моделі при живленні від мережі уточнювати за номінальними каталожними даними двигуна.

Список використаних джерел:

1. Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин: Учеб. для вузов. - 3-е изд., - М.: Высш. шк., 2001.-327 с.
2. Высоцкий В.Е., Зубков Ю.В., Тулупов П.В. Математическое моделирование и оптимальное проектирование вентиляльных электрических машин. - М.: Энергоатомиздат, 2007.
3. Герман-Галкин Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0. - М.: Коронапринт, 2001.-320 с.
4. Герман-Галкин Г., Кардонов Г.А. Электрические машины: Лабораторные работы на ПК. - СПб.: КОРОНА принт, 2007. -256 с.

УДК 622.65:629.7

ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГІДРОДИНАМІЧНОГО ПАСТЕРИЗАТОРА МОЛОКА

Цуканов Д.А. *,
Шустов Р.В. ** (4 курс),
Богатирьов Ю.О. **, к.т.н.

* Прибрежненський аграрний коледж

** Таврійський державний агротехнологічний університет

Приведено обґрунтування методу і режиму пастеризації молока за допомогою гідродинамічного нагрівача. Показані основні переваги таких установок, приведено схему і принцип дії гідродинамічного пастеризатора, обґрунтовані основні характеристики.

Постановка проблеми. Для термічної обробки молока існує велика кількість різноманітних установок, найбільшого використання набули пластинчасті теплообмінні апарати-пастеризатори. Принцип їх дії заснований на віддачі тепла потоку молока, яке йде назустріч теплоносію. Але використання такого способу нагрівання рідини є економічно недоцільним, через велику кількість технологічного обладнання - для підтримки безперервності процесу, необхідна наявність дорогого обладнання для приготування та зміни характеристик теплоносія. Також піл час процесу нагрівання молока, температура нерівномірно розподіляється по всьому об'єму, на внутрішніх стінках пастеризатора з'являється нагар. Всі ці явища негативно впливають на кінцеву якість продукції.

Аналіз останніх досліджень. Останнім часом в спеціалізованій літературі, Internet [1,2], все частіше з'являються статті, які аналізують стан ринку обладнання харчової промисловості, а саме для переробки молока. Від якості та надійності цих установок залежить якість випущеної продукції. Одним з підприємств яке випускає сучасне молочне устаткування є НПП "Інститут ТЕКМАШ" в м. Херсон, яке спеціалізується на виробництві широкого асортименту обладнання для пастеризації (гомогенізації) молока і молочних продуктів серед яких є і гідродинамічні нагрівачі - екологічно чисте багатофункційне технологічне обладнання, яке являє собою теплогенератор нового покоління (без нагрівальних елементів), призначений для нагрівання рідини незалежно від її складу. Дані установки використовуються для технічних і побутових потреб, в технологічних процесах, харчової, молочної, переробної, хімічної та вугледобувної промисловості. Установка складається з ємності, спеціального змішувача і насоса, які замкнуті трубопроводом в єдину систему. Насос, який приводиться в дію за допомогою електродвигуна, подає рідину в змішувач. Нагрівання здійснюється в змішувачі за рахунок виділення теплової енергії при зіткненні потоків рідини.

Мета статі. Існуючі установки для пастеризації молока мають багато недоліків пов'язаних з якістю і вартістю випущеного продукту, тому виникає необхідність у дослідженні характеристик нового обладнання для пастеризації - гідродинамічних нагрівачів

Основні матеріали дослідження. Установка для пастеризації молока типу "ТЕК-ПГ" фірми Текмаш (рис. 1) має ряд незаперечних переваг перед традиційним обладнанням, яке використовується для цієї ж мети: в установці суміщені три операції - пастеризація, гомогенізація і витримка продукту, що дозволяє істотно поліпшити його якість і знизити вартість його обробки на 25 - 40%; відсутні конвективні поверхні нагрівання, що дозволяє уникнути пригару продукту на цих поверхнях і покращує його якість.

Установки монтуються без значних змін в технологічній лінії пастеризації харчових продуктів. У схемі теплообміну використовується рекуперація тепла. Температура пастеризації (стерилізації) 70-115 ° С встановлюється згідно з вимогами технологічної інструкції на виготовлення продукту. Основні технічні характеристики гідродинамічного пастеризатора ТЕК-4ПГ наведені нижче:

Потужність електродвигуна, кВт.....45(55);
 Продуктивність, тон/год.....3 – 5;
 Споживання ел. енергії, кВт·год.....40 – 52;
 Габаритні розміри, мм.....1500×650×1400;
 Вага, кг.....720.



Рис. 1. Загальний вид гідродинамічної установки ТЕК-ПП

На рисунку 2 представлено графік зміни температури молока в окремих апаратах пастеризаційної установки з гідродинамічним нагрівачем [1].

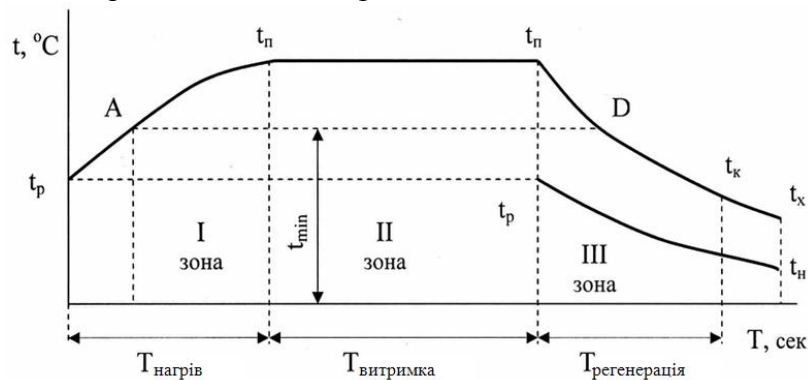


Рис. 2. Температурна схема пастеризації в установці з гідродинамічним нагрівачем

Молоко потрапляє спочатку в протитечійний регенератор (зона III), нагрівається до температури регенерації t_p , потім в гідродинамічному нагрівачі (зона I) до температури пастеризації t_n , витримується (зона II) при цій температурі протягом часу $T_{\text{вид}}$ і йде на вхід регенератора (зона III), де охолоджується потоком зустрічного молока до температури t_k . Інтегральний ефект температурного поля пастеризації знаходиться в межах від t_{min} до t_n і далі до точки D кривої температур в регенераторі.

Фізична сутність процесу, який відбувається в гідродинамічних установках, полягає в наступному (рис. 3): потік рідини, яка підлягає нагріванню, розганяється насосом і направляється в спеціальну насадку-змішувач, де швидкість його значно підвищується, а тиск падає.

Одночасно через сопла, розташовані в стінках насадки, в основний потік з великою швидкістю спрямовуються струмені тій же чи іншої підмішують рідини.

В результаті зіткнення потоків в рідині виникають значні руйнуючі напруги, що в умовах пониженого тиску призводять до холодного закипання рідини (так званий ефект кавітації). При цьому в зоні зіткнень струменів виникають центри пароутворення у вигляді кавітаційних мікробульбашок, які несуться потоком рідини і ростуть до розмірів в декілька міліметрів. Потрапляючи в зону розширення потоку, де його тиск зростає, бульбашки починають зменшуватися в розмірах і схлопуються.

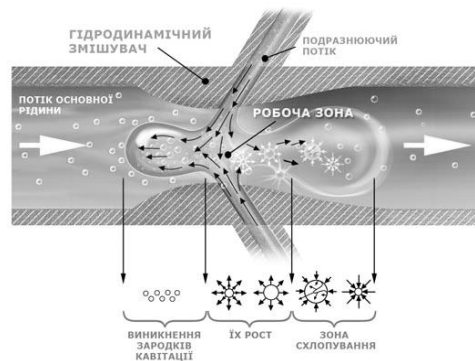


Рис. 3. Фізичні процеси, які протікають в гідродинамічному пастеризаторі

Попадання в зону удару твердих частин або сторонніх рідин призводить до їх активного руйнування (дроблення), тому що тиск в зоні схлопування досягає декількох десятків тисяч атмосфер. Масова обробка рідини мікроудари призводить до її нагрівання, подрібнення частин сторонньої середовища і утворення стійких емульсій і суспензій.

В результаті фізичних процесів, які відбуваються в гідродинамічному пастеризаторі витрати енергії на нагрів молока в гідродинамічному пастеризаторі в прийнятих межах зміни температур ($t_p = 61 \text{ }^\circ\text{C}$ і $t_n = 75 \text{ }^\circ\text{C}$) лінійно зв'язуються з продуктивністю пастеризаційної установки (рис. 4. а), вони збільшуються до 2,5 кВт · год на кожні 0,2 т / рік підвищення продуктивності установки. Питоме тепловиділення в нагрівачі залежить від подачі (рис. 4, б) і розмірів ротора.

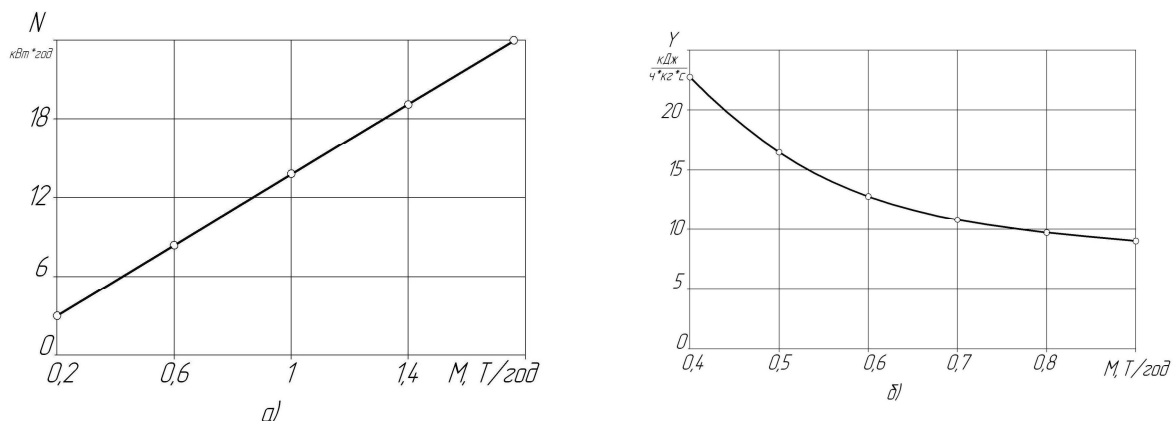


Рис. 4. Залежність витрат енергії на нагрів молока (а) і питомого тепловиділення (б) в гідродинамічному нагрівачі від його продуктивності.

Висновок. Приведений спосіб нагрівання молока гідродинамічними пастеризаторами має ряд переваг перед пластинчатими теплообмінними апаратами: ККД - не нижче 90%, відсутність конвективних поверхонь нагрівання, яка дає можливість запобігти відкладенням молочного каменя й пригоряння молочних продуктів, низькі енерговитрати, екологічна чистота, можливість використання установки для миття технологічного обладнання і др. Енергетичні характеристики гідродинамічного пастеризатора дозволяють знизити собівартість пастеризації 1 літра молока на 20-30%.

Список використаних джерел

1. Краснова А.Ю. Тепловая производительность гидродинамического нагревателя молока / А.Ю. Краснова // Экономика, организация, технология и механизация животноводства. Межвуз. сб. АЧГАА. – зерноград, 2007. – С. 201 – 203.
2. Гідродинамічні пастеризатори ТЕКМАШ [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ел. ресурсу: <http://www.tekmash.ua/pasteurization.php>. - Назва з екрану.

УДК 621.313.333

ДІАГНОСТУВАННЯ НЕПОВНОФАЗНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГРУПИ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Ващенко С.Т.,
Темников В.С. (4 курс),
Попова І.О., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена розробці пристрою діагностування неповнофазних режимів роботи групи асинхронних електродвигунів, який дозволить підвищити експлуатаційну надійність електродвигунів.

Постановка проблеми. Кожного року виходять з ладу 20-25 % працюючих в АПК асинхронних двигунів [1]. Методом експертних оцінок для півдня України встановлено, що понад 45% електродвигунів виходить із ладу внаслідок в наслідок обриву фази і виникнення неприпустимої несиметрії напруг фаз мережі.

Велика аварійність асинхронних двигунів обумовлена особливостями експлуатації їх в агропромисловому комплексі, до специфічних умов якої слід віднести низьку якість напруги в мережі, зокрема, її несиметрію. Несиметрія напруг мережі є специфічною особливістю сільських розподільчих кіл 0,38/0,22 кВ, оскільки вони відзначаються великою довжиною та змішаним підключенням однофазних і трифазних споживачів. Таким чином, несиметричний режим є звичайним режимом зазначених сільських мереж. Тому розробка пристрою контролю режиму роботи асинхронних двигунів потокової технологічної лінії при несиметрії напруг мережі і захисту їх при обриві лінійного проводу (глибокій несиметрії напруг) є актуальною задачею.

Аналіз останніх досліджень. В пристрої за допомогою фільтру напруги нульової послідовності контролюється напруга зміщення нейтралі, яке використовується для виявлення несиметрії напруг мережі і неповнофазного режиму.

У якості первинного перетворювача напруги використаний аналог лямбда-діода, який встановлюється безпосередньо на електродвигуні, що дозволяє контролювати несиметрію фазних напруг електродвигуна.

Аналог лямбда-діода складається з двох біполярних транзисторів, при виборі яких не треба, щоб вони складали комплементарну пару і їх роботі не заважає магнітне поле електродвигуна.

Формулювання цілей статті. Розробити пристрій діагностування неповнофазних режимів роботи групи асинхронних двигунів.

Основна частина. Особливість аналога лямбда-діода полягає в тому, що ширину вольт-амперної характеристики (ВАХ) можна змінювати у великих межах шляхом підключення затворів польових транзисторів до резисторних дільників напруги R1, R2 [1] і зміни напруги, знятої з нульової точки електродвигуна, з'єднаного за схемою «зірка», і поданої на базу біполярного транзистора VT1 первинного перетворювача ПП [2].

Пристрій діагностування режимів роботи може бути використаний для контролю режимів роботи групи двигунів, наприклад у технологічних лініях. На рис.1 подана структурна схема діагностування двох двигунів, на рис.2 – вольт-амперні характеристики аналогів лямбда-діодів.

Пристрій складається з генератора імпульсів ПІ, виконаного на елементах мікросхеми К176ЛА7, лічильника імпульсів об'єднаного з дешифратором імпульсів, які виконані на мікросхемі К176ИЕ8, універсального джерела напруги УДН, який складається з чотирьох транзисторів (по два транзистори на кожний асинхронний двигун, згладжувального фільтра, інтегральної мікросхеми стабілізованого джерела напруги, логічного елемента «І» ЛЕ1, логічного елемента «НІ-АБО» ЛЕ2, блоку індикації аварійного режиму ІАР, блоку виявлення пошкоджень і індикації роботи аналогів лямбда-діода ВПЛ, реагуючого органу РО, представляючого собою L-C коливальний контур, і виконуючого органу ВО і первинних перетворювачів і напруги ПП1 і ПП2, виконаних на базі аналогі лямбда-діода.

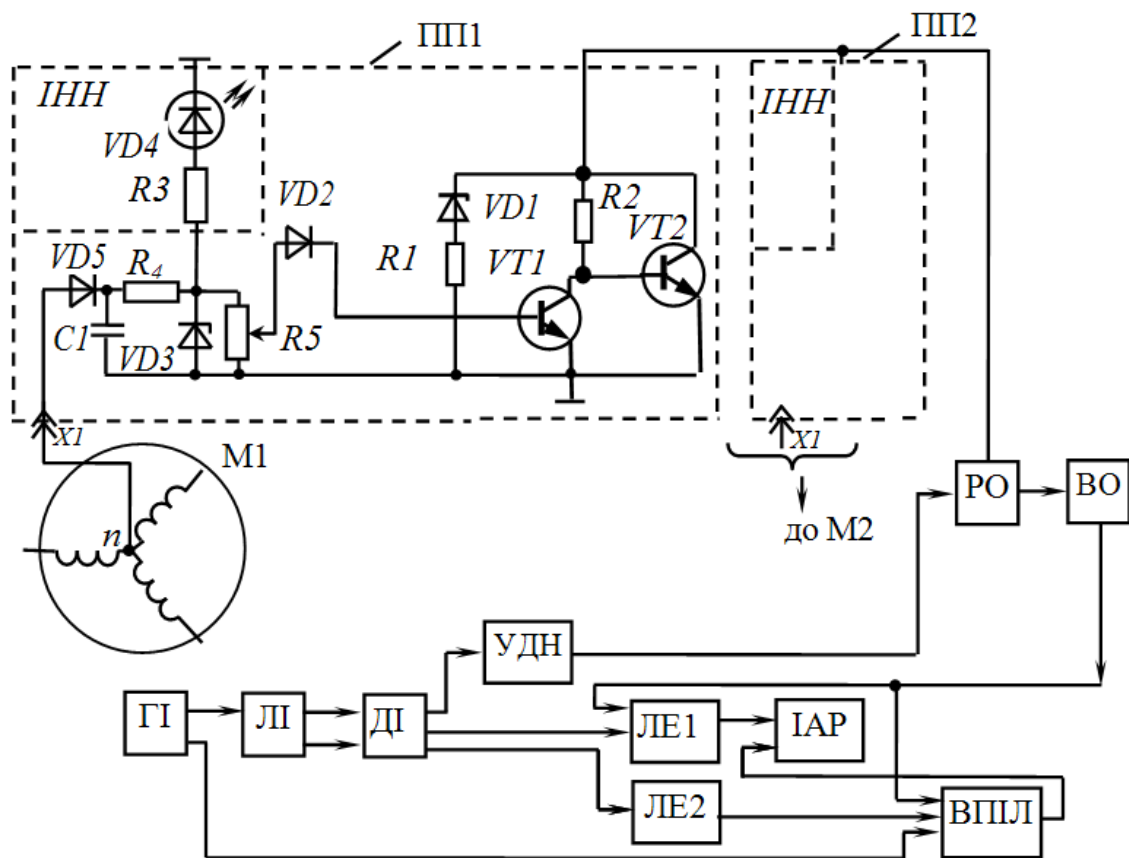


Рис. 1. Схема пристрою діагностування режимів роботи групи асинхронних двигунів

Імпульси з виходу генератора імпульсів ГІ змінюють стан двоїчного лічильника ЛІ, що здійснює почерговий перевод вихідних виводів дешифратора імпульсів ДІ у стан «1». При одиничному сигналі на виводі 1 дешифратора з'явиться напруга на аналогах лямбда-діода, що відповідає U_{n1} (рис.2), а при появі одиничного сигналу на виходах 2, 3, 4 – з'являться напруги U_{n2} , U_{n3} , U_{n4} відповідно.

Пристрій працює таким чином. При нормальному режимі роботи електродвигунів що захищаються, і відсутності несиметрії напруги або обриву фази, і при появі на виводі 1 дешифратора імпульсів ДІ сигналу «1» тригер блоку ЛЕ2 «НЕ-ИЛИ» встановлюється в положення «1» і на аналоги лямбда-діодів (первинні перетворювачі), які встановлені на електродвигунах, від універсального джерела УДН подається напруга. При цій напрузі через аналог лямбда-діода, встановлений на другому двигуні, не протікає струм, а через аналог лямбда-діода, встановлений на першому двигуні, протікає струм, що відповідає ділянці ВАХ 1 із негативним диференціальним опором. У колі реагуючого органа «РО», виникає генерація гармонійних коливань, на виході виконавчого органа «ВО» формується імпульс напруги. На тригер блоку «НЕ-ИЛИ» подається сигнал, що повертає тригер у вихідне положення. При появі «1» на наступному виході дешифратора на аналоги лямбда-діодів подається напруга U_{n2} , струм через аналоги лямбда-діодів не протікає. Генерація відсутня.

При збільшенні напруги зміщення нейтралі на одному з двигунів, що захищаються, наприклад М2, зростає потенціал на базі VT1. При цьому ВАХ другого аналога лямбда-діода зміщується вправо (рис. 2) і при подачі на входи аналогів лямбда-діодів напруги U_{n4} виникає генерація гармонійних коливань, виконавчий орган «ВО» формує імпульс напруги, який подається на вхід блоку ЛЕ1 «И». На виході блоку «И» з'являється сигнал, що подається на блок індикації аварійного режиму двигуна.

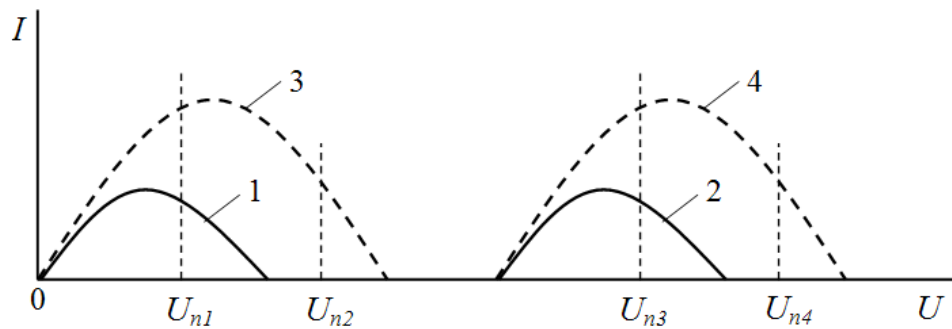


Рис. 2. Вольт-амперні характеристики первинних перетворювачів на базі аналогів лямбда-діодів

Аналогічно працює діагностичний пристрій і при збільшенні напруги нульової послідовності електродвигуна М1, що зростає при збільшенні несиметрії напруг мережі, до якої під'єднані електродвигуни. У цьому випадку сигналізує про несиметрію напруги дискретна індикація ІНН, яка встановлена безпосередньо на електродвигуні разом з первинним перетворювачем ПП1.

У схемі пристроя передбачений самоконтроль кіл аналогів лямбда-діода у випадку їхнього обриву, що здійснюється за допомогою блоків «НЕ-ИЛИ» і блока виявлення пошкоджень і індикації роботи аналогів лямбда-діода ВПЛ.

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

Список використаних джерел

1. Некрасов А.И. Система технического сервиса электрооборудования в АПК. / А.И. Некрасов //Механизация и электрификация сельского хозяйства, - 2002. - № 5, - С.23-25.
2. Патент 28741 Україна, МПК (2006) H02H 7/09, G01K 7/16. Пристрій контролю електродвигунів при несиметрії напруги / А.Я. Чураков, І.О. Попова, С.Ф. Курашкін (Україна). – u2007 07338; Заявл. 2.07.2007; Опубл.25.12.2007, Бюл. № 21. 2007. – 7 С.

УДК 621.34.62(83)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ПЛАВНОГО ПУСКУ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН МОМЕНТ ОПОРУ ЯКИХ НЕ ЗАЛЕЖИТЬ ВІД ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ПРОГРАМОЮ ЕСО 8

Бибченко Я.О. (4 курс),

Гузенко В.В, асистент

*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П.Василенка**Проведено аналіз по підвищенню ефективності роботи електропривода з моментом, який не залежить від швидкості обертання вала двигуна. Приділена особлива увага системам плавного пуску шнекового транспортера в сільському господарстві та розроблена методика прийняття рішень для їх покращення.*

Постановка проблеми. В сучасному сільському господарстві пріоритетним напрямком є розвиток електротехнічного комплексу. Тому комплексна механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів є генеральним напрямком розвитку сучасного сільського господарства [1]. У сільському господарстві використовуються різні машини та агрегати: вентилятори, насоси, змішувачі, центрифуги, компресори, електротранспортери, конвеєри, сепаратори, підйомно-транспортні машини та ін. Як відомо, вони мають з точки зору механічних властивостей робочих машин різну динаміку. При цьому, для вирішення поставленої мети, необхідно більш детально проаналізувати всі робочі машини в АПК і їх експлуатаційні властивості перехідних процесів при зміні навантаження.

Як показують дослідження на основі сучасних науково-технічних джерел, в тваринництві транспортні роботи складають 30 – 40 % всієї праці на фермах. Це дає підставу для більш детального аналізу цих робочих машин в АПК. Із машин безперервного транспорту найбільше розповсюджені установки с гнучким тяговим органом, стрічкою, ланцюгом, тросом. Стрічкові транспортери переміщують у горизонтальному або слабко нахиленому напрямку зерно, комбікорм, трав'яну масу та легкі штучні вантажі. Ланцюгові та тросові із скребками та пластинами використовуються для переміщення коренеплодів, силосу, кормових суміші, а також для видалення гною [2]. Транспортери з тяговим стрічковим, ланцюговим органами, до яких кріпляться ковші для підняття зерна по вертикалі, називають ковшовими елеваторами або норіями. Опір у всіх цих транспортерах створюється за рахунок сил тертя та маси [3].

Аналіз у аграрно-промисловому комплексі показує, що з кожним роком до систем керування сільськогосподарських машин, момент опору яких не залежить від швидкості обертання, висувають ряд вимог. За рахунок цього можна, приділивши особливу увагу динамічним перехідним процесам системи електропривод – робоча машина забезпечити виконання всіх проблем, які виникають при експлуатації [4]. Тому що плавність пуску з обмеженим прискоренням є важливим фактором, який впливає на динаміку електропривода, отже цей напрямок дослідження є актуальним та вимагає тривалих спостережень.

Аналіз останніх досліджень. Сучасний стан розвитку виробництва характеризується все більшим використанням асинхронних двигунів. Як відомо, що розвиток електропривода базується на глибоких знаннях та раціональному поєднанні властивостей двигуна та робочої машини зі всіма елементами цієї системи. На даному етапі розвитку постає завдання ефективного та раціонального енерговикористання у різних галузях господарства. Основне призначення електропривода – перетворювати енергію в механічну та керувати цим процесом.

У світовій практиці до теперішнього часу сформульовані кілька основних напрямків, по яким інтенсивно проводяться дослідження, розробки, здійснюються крупні промислові проекти. В цьому випадку силовий споживач енергії, такий як електродвигун має перспективи на забезпечення енергозбереження на економічних показниках. При цьому становиться доцільно використовувати електроприводів з обмеженим діапазоном регулювання, який дозволить знизити затрати на електропривод, а також забезпечити режими роботи, близькі до оптимальних. При

запуску приводу скребкових та шнекових транспортерів відбувається значне перевищення розрахункового навантаження, особливо в зимовий час. Великий початковий пусковий струм викликає значне падіння на живильних шинах підстанції (при сумірній потужності трансформатора і двигуна), що порушує роботу, як інших споживачів, так і самого двигуна (затягування пуску). Великий пусковий струм викликає також значні термічні перевантаження обмоток, наслідком чого може бути прискорене старіння ізоляції, її пошкодження і, як результат, міжвиткове коротке замикання. Значні коливання моменту двигуна на початковому етапі пуску, які можуть перевищувати 4 – 5 кратне значення номінального моменту, створюють несприятливі умови для роботи механіки (кінематичного ланцюга, в даному випадку ланцюга транспортера). Тому метод пуску асинхронних двигунів прямим підключенням до мережі має три серйозні недоліки – вплив на сам двигун, на мережу і на технологічний процес. Вплив на сам двигун: пікові кидки струмів перехідний період пуску (5-7-кратні по відношенню від номінального) призводить до значних зусиль на провідники, розташованих в лобових частинах обмотки електродвигуна, і як наслідок – до ослаблення бандажування обмотки, поступового порушення (перетирання) ізоляції і передчасного виходу двигуна з ладу через коротке замикання витків обмотки. При подачі повної напруги на статор асинхронного двигуна мають місце два фактора, а саме:

- велика кратність початкового пускового струму;
- коливальний затухаючий характер пускового моменту двигуна [5].

Мета статті. Провести аналіз шляхів підвищення ефективності роботи електропривода сільськогосподарських машин з моментом, який не залежить від швидкості обертання вала двигуна та впровадити для ефективності експлуатаційної роботи методика для прийняття рішень.

Основні матеріали дослідження. Як відомо, найважливішими характеристиками робочих машин, є їх механічні характеристики. Враховуючи різновиди сільськогосподарських машин і механізмів та їх чотири основні групи до яких вони відносяться, можна робити аналіз. На рисунку 1 приведені механічні характеристики робочих машин: незалежна від швидкості (1), лінійна залежна (2), квадратична залежність (3) та лінійно спадаюча характеристика (4).

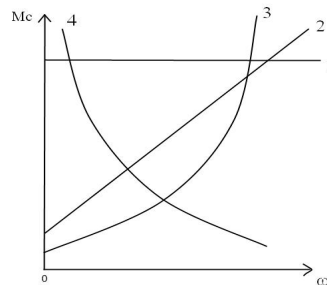


Рис. 1. Механічні характеристик РМ (чотири групи $\omega = f(M)$)

Як зазначалося вище, одним із основних вимог системи керування транспортером є плавність пуску з обмеженим прискоренням. Особливо це важливо для транспортера великої протяжності, у яких є ймовірність буксування та безпека виникнення коливальних перехідних процесів стрічки або ланцюга. Пристрій для пуску двигуна з контролем технологічних параметрів при пуску дозволить уникнути небажаних для механізмів ситуацій. Для цього необхідно розглянути можливості пуску двигунів.

Існує декілька варіантів зниження напруги в момент пуску асинхронного двигуна. Для АД, які функціонують при з'єднанні статорної обмотки трикутником, у яких напруга дорівнює напрузі електромережі, може бути використано запуск переключенням статорної обмотки з зірки на трикутник.

Зменшення напруги при пуску асинхронного двигуна може бути здійснене за допомогою автотрансформатора або реактора. Але деякі способи пуску двигуна мають недоліки і на транспортерах не можуть бути використані [5].

Дослідження проводилися в Харківській області на підприємстві ТОВ "Нібулон". Проаналізувавши всі матеріали по впровадженню енерго- та ресурсозберігаючих технологій в електроприводах змінного струму, основним напрямком стало перехід від приводів з контактним

керуванням до систем, які мають плавний пуск на основі тиристорних перетворювачів напруги, частоти.

Завдяки тривалим дослідження на основі сучасних науково-технічних джерел, були отримані результати щодо ефективності використання перетворювача частоти та пристрою плавного пуску фірми Schneider Electric.

Порівнювальна характеристик пристрою плавного пуску Altistart 48, та перетворювача частоти Altivar фірми Schneider Electric приведена у таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівнювальна характеристика Altistart та Altivar

Показники	Altistart	Altivar
1. Кратність пускового моменту АД	0,1 – 1,0	1,5 – 1,8
2. Обмеження струму, в долях від початкового значення	3-5	1,5-2,0
3. Формування наперед заданого закону зміни швидкості при пуску та гальмуванні	ні	так
4. Можливість регулювання швидкості	ні	так
5. $\cos \varphi$	Не вище $\cos \varphi$ АД	Близько 1
6. Економія енергії в порівнянні з прямим пуском	ні	так
7. Захист двигунів та механізмів	так	так

В процесі дослідження було використано програмний пакет ESO 8 v.3.0, який дозволяє після дослідження перейти до вирішального економічного обґрунтування. Тобто ця програма використовувалась для прийняття рішення по вибору найоптимальнішого з економічної компетенції пристрою. На першій вкладці програми показана інформація підприємства для якого проводилося дослідження, також є можливість ввести персональні характеристики аналізу та вирішальної задачі для подальшого її зберігання. На других вкладках (рисунок 3) задаємо параметри методики регулювання, а також параметри: напруга мережі, потужність двигуна, коефіцієнт потужності, номінальний струм та ін.

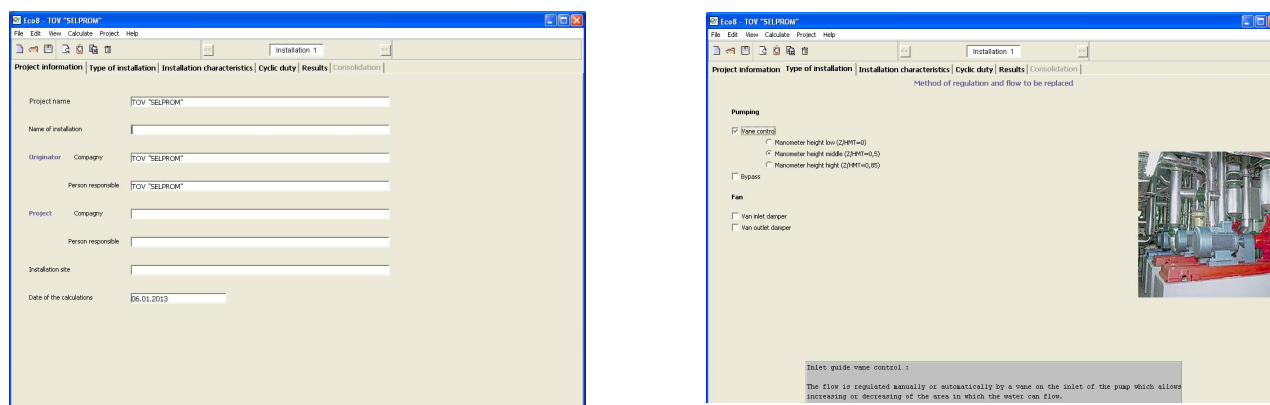


Рис. 3. Інтерфейс програмного забезпечення ESO 8 v.3.0

На кафедрі Автоматизованих електромеханічних систем було розроблено лабораторний стенд для дослідження пристроїв плавного пуску.



Рис. 4. Устаткування лабораторного зразка

Використовуючи дані сучасного лабораторного устаткування (рис.4), з'явилась можливість вдосконалити відомі раніше технології та системи керування динамічними процесами в АПК. Були отримані електромеханічні характеристики асинхронного двигуна який грає важливу роль у технологічному процесі транспортування продукту.

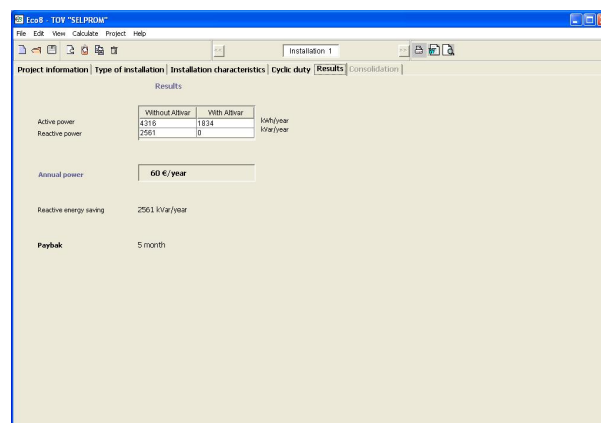


Рис. 5. Вирішальні економічні показники якості вибраного обладнання визначені програмою ECO 8 v.3.0

Економічні показники, як показують розрахунки програми ECO 8, свідчать про строк окупності для підприємства не менш ніж за 5 місяців.

Склавши модель системи електропривода після вирішення диференціальних рівнянь, отримали такі залежності перехідних процесів (рис.7).

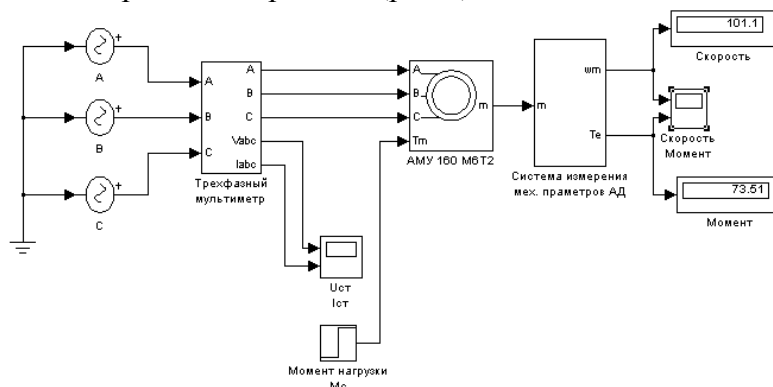


Рис. 6. Модель системи електропривод-робоча машина в програмі MathLab

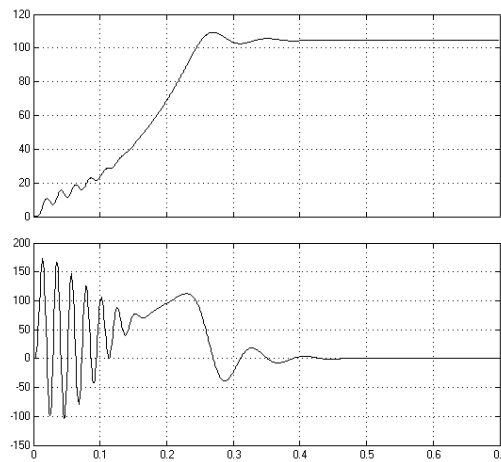


Рис. 7. Графіки перехідного процесу $\omega=f(t)$ и $M_{в}=f(t)$ при $f_{н}=50$ Гц, $U_{л}=380$ В, $\omega_{н}=104,7$ рад/с, $I_{л}=7,266$ А, $M_{в}=0,517$ Н·м

Отримана модель дає змогу, змінюючи вхідні параметри, проводити аналіз різних динамічних процесів. Дозволяє оцінити процеси на початковій стадії перед впровадженням в експлуатацію.

Висновок. Таким чином, застосування пристрою плавного пуску для шнекового транспортера на підприємстві ТОВ “Нібулон” дозволило зменшити пускові струми, знизити ймовірність перегріву двигуна, підвищити термін служби двигуна, усунути ривки в механічній частині приводу в момент пуску і зупинки двигунів. Поряд з ефектом від плавного пуску, пристрій дозволить знизити активну споживану потужність, суттєво знизити реактивну потужність, захистити двигун, знизити шум, нагрів і вібрацію електродвигуна.

Список використаних джерел.

1. Петрушин В. С. Регулировочные характеристики асинхронного электродвигателя в частотном электроприводе при законах управления, обеспечивающих постоянство потокосцеплений / В. С. Петрушин // Электротехника і електромеханіка. – 2002. – №2. – С.53-55.
2. Варжапетян А.Г., Глущенко В.В. Системы управления. М.: Вузовская книга, 2000. - 328 с.
3. Масандилов Л.Б. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей / Масандилов Л.Б. – М.: Энергия, 1978. – 96с.
4. Гаврилюк І.А, Хандола Ю.М. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній / Гаврилюк І.А, Хандола Ю.М. // Харків 2008. – с. 121-152
5. Терехов В. М. Современные способы управления и их применение в электроприводе / В. М. Терехов // Электротехника. 2000. - № 2. - С. 25-28.

УДК 663.813:006.015.5

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТОМАТНОГО СОКУ

Піхтарь О.В. (3 курс),
Кузнєцова О.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена аналізу методів визначення якісних показників томатного соку для впровадження методу контролю в технологічному потоці виробництва.

Постановка проблеми. Томатний сік виготовляють відповідно вимогам ГОСТ Р 52183-2003, по технологічним інструкціям та рецептурам з дотриманням санітарних правил. Перевірку якості томатного соку за органолептичними та загальним фізико-хімічними показниками проводять вибірково, та загалом приділяють увагу кількісному складу сухих речовин та нітратів. Тому на даний час ставиться задача контролювати сухі речовини та нітрати в технологічному потоці виробництва соку.

Аналіз останніх досліджень. Розглядали дослідження томатного соку на вміст сухих речовин та нітратів основними існуючими методами. Також було розглянуто ультразвуковий метод контролю сухих речовин та проведено аналіз експериментальних даних отриманих на експериментальній установці [2].

Мета статті. Вивчення методів контролю якості томатних соків по основним показникам та обґрунтування необхідності розробки універсального методу контролю. Для цього ми ставили наступні задачі:

- розглянути технологію виготовлення томатного соку та основне його обладнання;
- основні методи визначення нітратів та сухих речовин;
- провести аналіз експериментальних досліджень проведених на експериментальній установці та проаналізувати вплив швидкості і коефіцієнта поглинання ультразвуку в залежності від концентрації сухих речовин .

Томатний сік виготовляють наступних найменувань: сік томатний натуральний, сік томатний з сіллю, сік томатний з вітаміном С. В залежності від якості томатний сік підрозділяють на сорти: екстра, вищий і перший. Томатний сік з сіллю виготовляється першим сортом. У виробництві соку використовують протиральні машини, що мають всередині корпусу рухливі перегородки. Спочатку нагріту томатну масу протирають на протирочній машині, обладнаною ситом з діаметром отворів 3 мм, потім - на машині з рухомими перегородками для поділу маси на фракції. Перша фракція, складова від 55 до 65%, використовується для виробництва томатного соку, друга - в кількості від 31 до 39% передається на виробництво консервованих томат-продуктів. Використовуються фільтруючі центрифуги, в ротор яких встановлюють сита з отворами круглої форми діаметром від 0,06 до 0,1 мм або щілиноподібні розміром 0,06 x2, 2 мм. Вихід соку від 70 до 80%. Відходи після вилучення соку використовують у виробництві томатної пасти. У свіжо віджату масу при виробництві соку з сіллю додають від 0,6 до 1,0% солі в змішувач з механічною мішалкою. Потім для запобігання маси від розшарування її піддають гомогенізації в плунжерних гомогенізаторах при тиску від 8 до 10 МПа і температурі 65 ° С. Гомогенізований продукт деаерують при залишковому тиску від 0,015 до 0,035 МПа з метою видалити повітря, що міститься в тканини плодів і потрапив у сік в процесі переробки.

По фізико-хімічним показникам томатний сок повинний відповідати нормам які вказано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники томатного соку

Назва показника	Норми	Методи перевірки
Концентрація сухих речовин (по рефрактометру), % не менше,	4,5	ГОСТ 28562
Концентрація хлоридів, %	0,6-1,0	ГОСТ 26186
Мінеральні домішки	Не допускається	ГОСТ 25555.3
Концентрація солей важких металів на 1 літр, мг, не більш: міді	5,0	ГОСТ 26931
олива	12,0	
свинцю	Не допускається	
Концентрація солей азотної кислоти, мг/дм ³	2-10	ГОСТ 29270

Вміст сухих речовин – це основний показник ступеня концентрації чи розведення соків. Вимоги за цим показником відрізняються залежно від сировини, з якої виготовлений сік, а також від того, натуральний сік чи відновлений. У відновленому томатному соку має бути не менше 4.2-5% сухих речовин.

Рефрактометричний метод визначення сухих речовин

Рефрактометрія належить до оптичних методів аналізу. Ці методи засновані на явищі поляризації молекул під дією світлового випромінювання. Рефрактометрія є одним з найбільш широко використовуваних аналітичних методів, що дозволяють визначити речовину, що знаходиться в рідкому стані, чи концентрацію двокомпонентних розчинів. Вона базується на вимірюванні показника заломлення світла.

Показником чи коефіцієнтом заломлення називають відношення синуса кута падіння променя світла до синуса кута його заломлення: $n = \sin a / \sin b$.

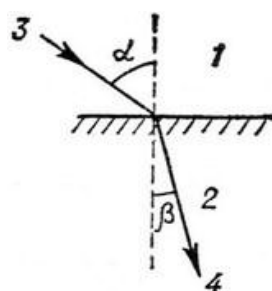


Рис. 1. Заломлення світлового променя на границі поділу двох фаз

Принцип дії промислових рефрактометрів базується на використанні явища повного внутрішнього відображення світла в оптичній призмі, що знаходиться в контакті з рідиною. Світло від джерела вводиться в оптичну призму і падає на її внутрішню поверхню, що контактує з досліджуванним розчином. Світлові промені потрапляють на границю роздільної призми і розчину під різними кутами. Частина променів, кут падіння яких більше критичного, цілком відбивається від внутрішньої поверхні призми і, виходячи з неї, формують світлу частину зображення на фотоприймачі. Частина променів, кут падіння яких менше критичного, частково переломлюються і проходять у розчин, а частково відбиваються і формують темну частину зображення на фотоприймачі.

Фотометричний метод дослідження томатного соку. Фотометричний метод аналізу ґрунтується на вибірковості поглинання розчину речовини ультрафіолетового, видимого і інфрачервоного світла. Інколи цей метод називають методом адсорбційної спектроскопії.

В більшості випадків при фото колориметричних визначеннях компонент, що визначається, за допомогою хімічної реакції в розчині переводиться в сполуку, поглинаючу електромагнітне випромінювання, потім вимірюють його оптичну густину (адсорбційність).

Ультразвуковий метод дослідження томатного соку. Акустичний метод є одним із найбільш чутливих до молекулярної структури речовин і дозволяє отримати широку інформацію

про його властивості. Невеликі зміни в складі рідини, можуть призвести до значних змін її акустичних параметрів

Для контролю якості томатного соку на кафедрі «АЕП» ТДАТУ розроблена експериментальна установка, яка дозволяє проводити вимір швидкості і коефіцієнта поглинання ультразвуку в томатному соку при нормальному тиску в інтервалі температур 20-100 °С та інтервалі ультразвукових хвиль 500-5000кГц. Установка складається із двох генераторів імпульсів ГІ1 і ГІ2 (Г5-56 і Г5-54), вимірювача інтервалів часу ВІЧ (Ч3-34), осцилографа О (С1-96), водяного термостата Т (УН-8), імпульсного вольтметра В (В7-30), контролера часу КЧ (SH2000/1), ЕВМ і вимірювальної камери ВК.

На даній установці проводились дослідження томатного соку при різній концентрації сухих речовин із двократним повторенням, результати цих досліджень приведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Результати вимірювання швидкості ультразвуку

Кількість соку у пробі, %	Кількість сухих речовин, %	С, м/с	
		Значення 1	Значення 2
Чиста вода	0	1485,5	1485,85
20	2,0	1508,67	1507,2
40	3,2	1532,33	1544,2
60	5,0	1553,55	1567,2
80	6,6	1581,81	1599,5
Чистий сік	8,4	1609	1616,2

Аналізуючи швидкість ультразвуку в різних пробах можна зробити висновок, що із збільшенням концентрації сухих речовин, швидкість збільшується залежність носить лінійний характер.

Одним з негативних показників в питанні якості томатного соку є нітрати. Нітрати - це солі азотної кислоти, що накопичуються в продуктах і воді при надмірному змісті у ґрунті азотних добрив. У томатному соку, який піддається термічній обробці, кількість нітратів зменшується у два рази. Для здорової людини безпечною вважається доза в 200-300 мг нітратів на добу, але не одноразово і не протягом тривалого періоду. Для дітей ці норми ще жорсткіше - від 10 до 50 мг на добу. За цими даними можна виміряти кількість нітратів продукту.

Метод визначення нітрат – іонів.

До експресивного, тобто, найбільш швидкого та точного, методу дослідження нітрат-іонів у томатних соках належить фізико-хімічний метод аналізу – потенціометричний метод. Метод прямої потенціометрії (йонометрії) базується на вимірюванні потенціалу індикаторного електрода, зануреного в досліджуваний розчин. Індикаторний електрод в потенціометричному аналізі – це електрод, за потенціалом якого роблять висновок про концентрацію досліджуваних йонів в розчині. Його ще називають іоноселективним електродом з відносно високою специфічністю до окремого йону чи типу йонів. Другий електрод, що використовується, це електрод порівняння, потенціал якого відомий і має постійне значення, і по відношенню до якого вимірюють потенціал індикаторного електрода. Метод прямої потенціометрії, при визначенні нітрат-іонів, передбачає вилучення нітратів розчином алюмокалієвих квасців з наступним вимірюванням концентрації нітрат-іонів за допомогою приладу – нітратоміру. Електроди занурюють в досліджувану пробу і проводять визначення потенціалу електродної пари Е, мВ. Перед кожним виміром досліджуваного розчину електроди промивають кілька разів водою та підсушують фільтрувальним папером, промивають розчином порівняння і знову занурюють в досліджуваний розчин.

Визначення вмісту нітратів фоновим методом

Дослідження вмісту нітратів у соках проводиться за допомогою йонометричного методу на основі ГОСТу 29270-95 «Продукти переробки плодів та овочів. Йонометричний метод визначення нітратів». Він ґрунтується на вилученні нітратів розчином алюмокалієвих квасців з на-

ступним вимірюванням концентрації нітратів за допомогою іоноселективного нітратного електрода.

Висновок: Загалом аналіз приведених методів ,показує ,що вони мають ряд серйозних недоліків. Основні з них: аналіз трудомісткий та потребує залучення висококваліфікованих лаборантів, та також спеціально оснащених лабораторій. Результати експериментальних досліджень свідчать про існування залежності між концентрацією сухих речовин та швидкістю ультразвуку. Тому цей метод може бути закладений в основу для розробки пристрою експрес аналізу якісних показників соку в потоці. Ультразвуковий метод є найбільш чутливим до зміни структури речовини, саме тому на його базі планується дослідження томатного соку на вміст нітратів.

Список використаних джерел

1. Гігієнічні значення нітратів і нітритів у плані віддалених наслідків їх дії на організм./ Волкова М. У., 2009.
2. Микитенко О.В. Ультразвуковий контроль якості томатного соку. Праці /О.В. Микитенко, Р.В. Кушлик // Праці Таврійської Державної Агротехнологічної Академії - Мелітополь, 2005. Вип. 19. –с. 85-87.
3. Продукти переробки плодів та овочів. Іонометричний метод визначення нітратів. Загальні положення .: ГОСТ 29270-95, К.:Видавництво стандартів, 1995. – С.163-165.
4. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів.: ГОСТ 30178-96, К.: Видавництво стандартів, 1996. – С.1-7.
5. Пшець Н. Вирощування промислових томатів / Н. Пшець // Сингента. – 2009. – 19. – С.15-16.
6. Соки фруктові і овочеві. Метод визначення розчинних сухих речовин. ГОСТ Р 51433-99. – С.1-4.
7. Дмитриев М.Т. Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде/ Дмитриев М.Т., Казнина Н.И., Пинигина И.А. - Справ.изд., М.:Химия, 1989. – С.59.
8. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Бергман. - М.: 1956 - 726 с.

УДК 631.313

ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ ПРИВОДУ МАЛОГАБАРИТНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО МОТОБЛОКУ

Осіпов Д.І. (3 курс),
Ковальов О.В., ст. викладач

Таврійський державний агротехнологічний університет

У публікації обґрунтовано структуру та розроблено схему керування електродвигуном приводу електрифікованого малогабаритного ґрунтообробного мотоблока.

Постановка проблеми. Останні досягнення в області створення напівпровідникових елементів відкривають широкі можливості для підвищення ефективності та надійності систем електропривода. Відносна простота регулювання швидкості та підтримки тягового зусилля на заданому рівні визначило застосування в якості приводного електродвигуна постійного струму послідовного збудження. Отже виникає необхідність розробки простої на надійної системи керування електродвигуном приводу малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку з використанням сучасної елементної бази.

Аналіз останніх досліджень. На практиці зміна частоти обертання двигуна постійного струму виконується шляхом амплітудного (реостатні схеми) або імпульсного (тиристорні системи) керування напруги обмотки якоря. Силова схема імпульсного способу представлена імпульсним тиристорним перетворювачем, яка має великі втрати в контурі комутації з причини необхідності виконувати цикли заряду та перезаряду комутуючих конденсаторів та великих габаритів комутуючого контуру [1,2].

Мета статті. Метою статті є обґрунтування структури та розробка системи керування електродвигуном постійного струму приводу малогабаритного ґрунтообробного мотоблоку з метою автоматичного керування на сучасній базі силових напівпровідникових елементів.

Основні матеріали дослідження. Класичною формою тягової характеристики є характеристика з трьома ділянками: жорсткою, м'якою та ділянкою постійної потужності. Характеристика представляє собою так звану «тягову область», що обмежує можливі режими роботи привода. Максимальне значення швидкості обмежують вимоги безпеки та технологічності роботи, а також обмеження по зчепленню з ґрунтом [3].

Електроприводу ґрунтообробного мотоблоку властиві часті перевантаження, що спостерігаються в режимах пуску, гальмування та при різкій зміні твердості ґрунту. Необхідність роботи електропривода як в режимі двигуна так і в гальмівних режимах, а також різко змінний характер навантаження обумовлюють значні коливання потужності, що споживається електродвигуном.

З урахуванням особливостей роботи електродвигуна приводу мотоблоку розроблено функційну схему системи керування, зображену на рис. 2. На вхід системи керування подається задаючий сигнали $U_{з.ω}$. Він подається, наприклад, з движку потенціометру, але може подаватися із інших джерел (ЦАП цифрової системи та інші). Напруга $U_{з.ω}$ є сигналом задавання швидкості, причому вона може бути будь-якої полярності, залежно від напрямку обертання. Ця напруга зазвичай подається на задавач інтенсивності, що забезпечує темп зміни швидкості. У цій структурі необхідно обмежувати максимальне і мінімальне значення струму збудження. Це можливо зробити за рахунок схеми обмеження струму збудження. На вхід регулятора струму збудження через схему виділення максимуму, створену двома діодами, подаються сигнали:

- 1) завдання струму збудження від окремого незалежного джерела;
- 2) сигнал струму збудження з виходу регулятора попереднього контуру, що обмежений на рівні номінального значення.

Перевагою такої структури є можливість обмеження струму якоря.

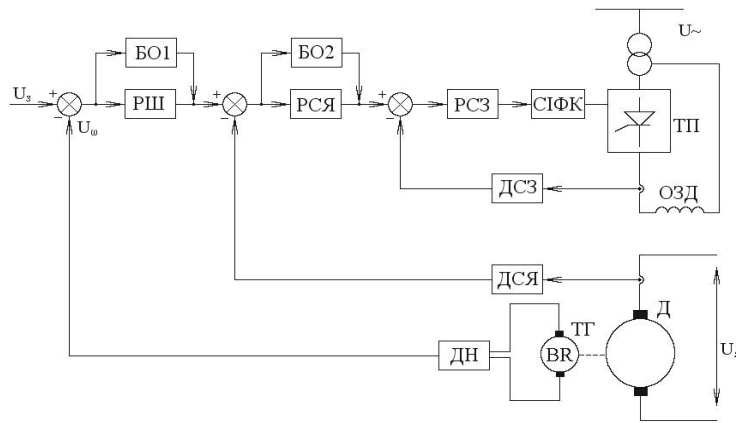


Рис. 1. Функціональна схема керування електродвигуном приводу мотоблоку

Система управління приводним ДПС мотоблоку з тиристорним перетворювачем представлена на рис. 2. Система працює за принципом вертикального управління з пилкоподібною опорною напругою. В якості генератора опорного напруги (ГОН) використовується генератор з зарядом ємності від джерела постійної напруги U_{i1} і діодним комутатором з розширеним діапазоном. Напруга управління U_{o1} знімається з виходу емітерного повторювача (ЕП). Опорна напруга e_{i1} і напруга управління U_{o1} подаються на вхід нуля-органу (НО), виконаного на транзисторах V_{O1} та V_{O2} . При $U_{i1} < U_{o1}$ транзистор V_{O1} відкритий внаслідок протікання струму через перехід емітер-база по ланцюгу $+U_{E1}$, емітер-база, R_6 , $-U_{E1}$. При відкритому транзисторі V_{O1} транзистор V_{O2} закритий за рахунок зсуву напруги, що подається на базу транзистору V_{O2} через резистор R_9 .

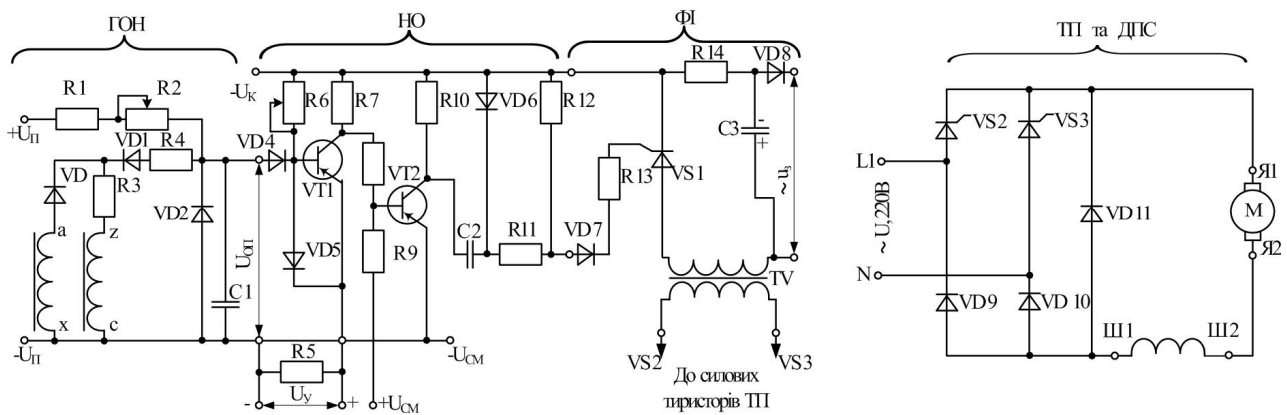


Рис. 2. Схема управління приводним ДПС мотоблоку з тиристорним перетворювачем

Залежність вихідної напруги ЕП від напруги на його вході показана на рис. 3. Вхідна напруга $U_{\dot{A}\dot{o}.\dot{A}i}$ представляє собою алгебраїчну суму напруги зсуву $U'_{\dot{N}i}$ і зовнішньої напруги управління U'_{o1} , тобто $U_{\dot{A}\dot{o}.\dot{A}i} = U'_{\dot{N}i} \pm U'_{o1}$. Напруга $U'_{\dot{N}i}$ вибирається з умови отримання необхідного початкового фазування. Так, наприклад, можна отримати, що при $U'_{o1} = 0$ кут регулювання α дорівнюватиме 90° . Регулювання напруги $U'_{\dot{N}i}$ дасть можливість плавно змінювати початкове фазування. Крім того, в СІФУ передбачена можливість зміни початкової фази вихідних імпульсів ступенями через 30° фазуванням напруги трансформатора, що живить діодний комутатор.

Напруга управління $U'_{o1} = 0$ на вході ЕП відповідає напрузі $U_{\dot{Y}.\dot{i}o}$ (рис. 3). При подачі на вхід ЕП напруги керування U'_{o1} з полярністю, згідною з $U'_{\dot{A}}$, напруга $U_{\dot{A}i}$ зросте. У схемі ЕП

передбачено обмеження максимального значення U_{AI} на рівні $U_{AI \delta \alpha \delta}$. При подачі на вхід ЕП напруги керування U'_{oi} зворотної полярності напруга U_{AI} буде зменшуватися. При цьому передбачено також обмеження мінімальної напруги ЕП на рівні $U_{AI \delta \gamma}$.

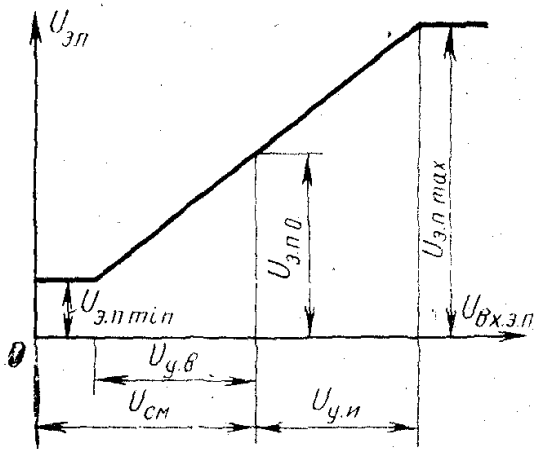


Рис. 3. Залежність напруги на виході ЕП від напруги на його вході

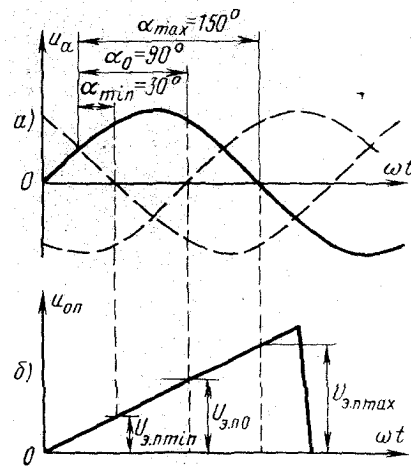


Рис. 4. Часові діаграми роботи СІФУ

На рис. 4 а,б показані часові діаграми, що ілюструють роботу СІФУ. Тут наведено крива анодної напруги тиристора (рис. 4,а) і крива опорної напруги (рис. 4, б). Керуючий імпульс формується в момент рівності напруг U_{AI} і U'_{oi} . При зазначеному фазуванні, якщо напруга U'_{oi} на вході ЕП дорівнює нулю, вихідна напруга його і керуючий імпульс буде формуватися в момент часу, відповідному куту $\alpha_0 = 90^\circ$.

У емітерному повторювачі передбачена можливість зміни рівнів $U_{AI \delta \alpha \delta}$ і $U_{AI \delta \gamma}$, що дозволяє змінювати максимальний кут в інвертному режимі $\alpha_{\delta \alpha \delta}$ і мінімальний кут $\alpha_{\delta \gamma}$ в випрямляючому режимі. На рис. 4 розглянуто випадок, коли напруга на виході ЕП обмежується так, що кут α може змінюватися в межах $30^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$.

Імпульс напруги, що формується нуль-органом, знімається з резистора $R12$ (рис. 2) і подається на керуючий електрод допоміжного тиристора $VS 1$ тиристорного формувача імпульсів ФІ (його називають генератором імпульсів). Вихідний імпульс знімається з вторинної обмотки імпульсного трансформатора TV і надходить на тиристорний перетворювач (ТП), який живить обмотки якоря та збудження ДПС приводу мотоблоку..

Висновок. Найбільш перспективним варіантом побудови силового електроприводу ґрунтообробного мотоблоку є використання системи імпульсно-фазового управління представленої на рис. 2, забезпечує діапазон регулювання кута α до 120° , асиметрію не більше $1,5^\circ$, тривалість імпульсу не менше 450 мкс , амплітуду імпульсів 20В і більше, а тривалість переднього фронту імпульсу не більше 15 мкс . Коефіцієнт передачі СІФ становить $9^\circ/\text{В}$, тобто при зміні напруги керування на 1В кут змінюється на 9° .

Список використаних джерел

- 1 Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для вузов/ В.М. Терехов, О.И. Осипов. – М.: Академия, 2005. – 299 с.
- 2 Панкратов В. Вентильный электропривод: от стиральной машины до металлорежущего станка и электровоза. / В. Панкратов. Электронные компоненты, 2007, № 2.
- 3 Ковальов О.В. Тягові характеристики та керування мотоблоком з електроприводом по максимуму ККД/ О.В. Ковальов// Вісник Національного технічного Університету «Харківський політехнічний інститут». – Харків: НТУ «ХПІ», 2008, №30. – С. 509-510.

УДК 681.5

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИМ ДОЗУВАННЯМ КОМПОНЕНТІВ КОМБІКОРМІВ

Чаусов О.Е. (4 курс),
Сорока С.М. (5 курс),
Діордієв В.Т. к.т.н., професор,
Кашкаръов А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті за технологічними схемами поширених малогабаритних комбікормових установок проаналізовано багатоконпонентне дозування. Обґрунтовано принцип дозування та будова автоматичної системи керування технологічним процесом.

Постановка проблеми. Інтенсифікація тваринництва здійснюється на основі створення міцної кормової бази та раціонального використання заготовлених кормів [3]. Саме тому фермерські господарства приділяють особливу увагу кормоприготуванню, котре є одним з основних чинників сталого розвитку тваринництва [1]. На сьогоднішній день, технічною основою господарств є цехи та обладнання малої потужності по виробництву комбікормів (ВК), кормів та кормових сумішей [1, 5-7].

Комбікорми є основними компонентами раціонів годівлі: частка в раціоні ВРХ становить 25-30% (за поживністю), при відгодівлі та овець – 20-25%, свиней – 80-85% і птиці – 95-100% [1]. Відомо, що згодовування збалансованих комбікормів підвищує продуктивність тварин на 25-30% і зменшує витрати кормів на одиницю продукції на 15-20% [1, 6]. Одним з головних показників якісного комбікорму є точність багатоконпонентного дозування.

Незбалансована годівля або порушення рецептури з-за відхилення дозування веде до значного (іноді 3-5 разового) перевищення витрат кормів на виробництво одиниці продукції тваринництва [1, 5]. Це положення підтверджується чисельними результатами досліджень та даними виробничого досвіду. Зокрема, відзначається [20] важлива роль дозування кормових раціонів з метою одержання високих надой молока, м'ясної продуктивності при відгодівлі тварин, підвищення несучості птиці.

Аналіз останніх досліджень. Для виробництва комбікормів за спрощеними технологічними схемами в умовах господарств розроблені агрегати на базі молоткової дробарки [1, 2, 6]. Ці, прості (порівняно з промисловими) технологічні лінії (ТЛ) ВК різняться між собою за конструкцією, організацією технологічного процесу (ТП) (безперервна, порційно-періодична дія), рівнем механізації допоміжних операцій та економічними показниками.

Однією з найбільш відомих серійних ТЛ ВК є установка УМК-Ф-2 [1] (рис. 1), яка призначена для виробництва комбікормів на тваринницьких фермах і комплексах розсипних із власної сировини (зернофураж, гранульована трав'яна мука) і білково-вітамінних добавок (БВД) промислового виробництва. Агрегат забезпечує прийом сировини з автотранспорту (або складу), створення оперативного запасу, безупинне об'ємне дозування, сукупне подрібнення і змішування компонентів у дробарці-змішувачі, транспортування готового продукту у накопичувальну ємність.

Поряд із технологічними лініями вітчизняного виробництва, на Україні досить широко експлуатуються установки, які випускаються за кордоном. Так у НВО «Белсільгоспмеханізація» розроблений, випробуваний і поставлений на виробництво малогабаритний комбікормовий агрегат К-Н-5 (рис. 2) [1, 6]. При роботі устаткування зернові компоненти заданого рецепта завантажуються одним із живильників 2 у блок дозування 1, 7 або 5. Після заповнення бункера живильник відключається по сигналу датчика верхнього рівня.

У 1989 році пройшов державні випробування комбікормовий комплекс КА-4 (рис. 3), розроблений ОПКТБ СибНПТГЖ (м. Новосибірськ) [1]. Комплекс має значно менші габарити, матеріалоемність та енерговитратність при однаковій продуктивності з УМК-Ф-2. Дозволяє виро-

бляти комбікорми безпосередньо в складських приміщеннях господарств без капітальних витрат на додаткове будівництво.

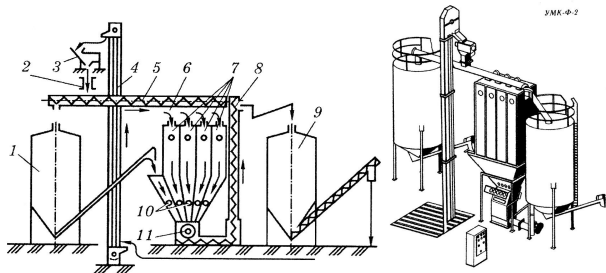


Рис. 1. Схема ТК УМК-Ф-2: 1 – бункер для зерна або добавок; 2 – уловлювач феромагнітних домішок; 3 – сепаратор; 4 – норія; 5 – розподільний шнек; 6 – засувки; 7 – бункери вхідних компонентів; 8 – конвеєр; 9 – бункер готової продукції; 10 – дозатори; 11 – дробарка

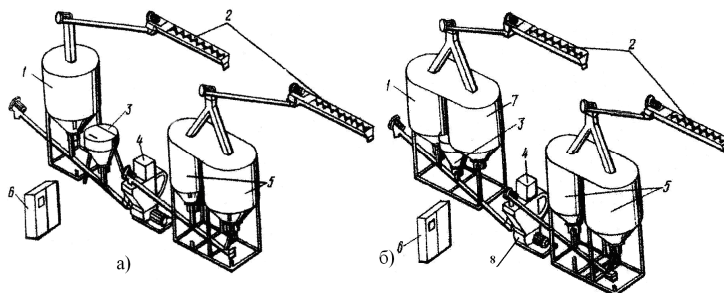


Рис. 2. Технологічна схема малогабаритного комплексу виробництва комбікормів К-Н-5 (а) та К-Н-5-1 (б): 1, 5, 7 - дозування зернових компонентів, БВД і трав'яної муки; 3, 4 – змішувач-дозатор; 8 – дробарку; 6 – пульт керування.

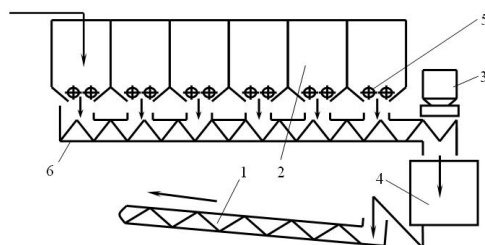


Рис. 3. Технологічна схема КА-4: механізм вивантаження 1, блок бункерів 2, дозатор мікродобавок 3, роторна дробарка 4, дозатор шнековий 5, шнек-змішувач 6.

Технологічний процес протікає таким чином. Попередньо очищену від металевих та інших домішок сировину завантажують у відповідні бункери. Пропорція дозування компонентів може бути встановлена через кожні 5% від 5 до 35% та регулюватись зміною частоти обертання дозаторів 5 зміщенням ланцюга з одної пари зірочки на іншу. Такій системі властиві механічні несправності та потреба у систематичному висококваліфікованому обслуговуванні, що в умовах сучасних господарств забезпечити не завжди вдається.

Мета статті. Визначити шляхи забезпечення точності дозування за рахунок аналізу технологічних схем та систем керування багатокомпонентним дозуванням.

Основні матеріали дослідження. Представлені технологічні лінії є прикладом поточно-го виробництва комбікормів. Така концепція побудови ліній виробництва концентрованих кормів малої продуктивності лягла в основу майже кожного проектного рішення пострадянського періоду. Наступним кроком і етапом розвитку комплексів виробництва комбікорму є перехід до порційної дії, що відкрило великий простір для наукової діяльності та упровадження її результатів. Мова йдеться про АКМ-1, БМКА-1, МКУ (Україна), SKIOLD (Данія), MIX MILL (США) і DLOUNT (Німеччина) тощо [1, 2, 6].

Останнім часом широкого застосування набувають технологічні лінії, які побудовані за порційно-періодичним принципом роботи та комплектуються молотковою дробаркою з пневматичним завантаженням зерна (рис. 4) [2]. Такий підхід дозволяє суттєво спростити технологічну лінію, забезпечити гнучкість траси, скоротити капітальні витрати на її будову та обслуговування.

Переваги використання дробарки пневматичним завантаженням зерна [2]:

- підвищений ресурс: заміна решета декою по всьому колу камери подрібнення збільшила ресурс в 5 разів. Дека складається з восьми секцій, виконана з високоміцного чавуну. Відведення подрібненого продукту відводиться через торцеву стінку, що є решетом (жалюзі). При такій конструкції ударні навантаження на жалюзі знижуються в 20 разів, що і веде до значного зменшення зносу. З-за правильно підібраних характеристик "ротор-вентилятор" вдалося добитися

подрібнення зерна в крупу, із змістом мучки не більше 8 %, що є оптимальним при згодовуванні.

- простота регулювання: для зміни ступеню подрібнення міняється жалюзі з різними зазорами лопаток. Для зміни жалюзі відкручується 6 гайок кріплення.

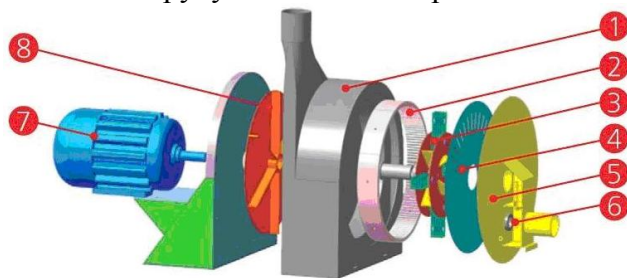


Рис. 4. Схема дробарки з пневматичним завантаженням зерна:

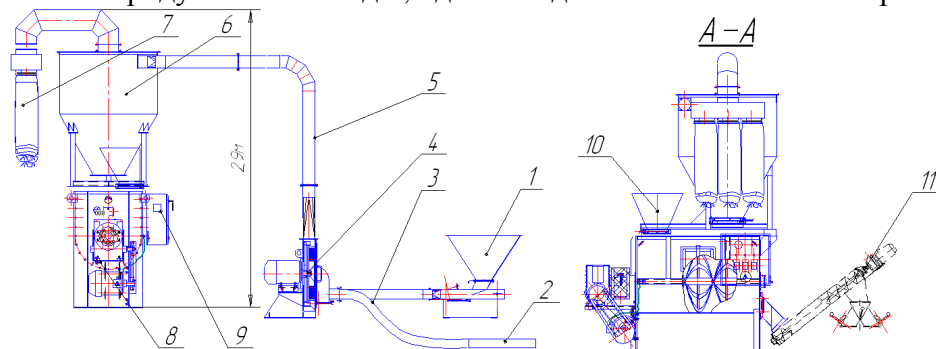
1 - корпус; 2 – дека; 3 – ротор; 4 – жалюзі; 5 – кришка; 6 – магніт; 7 – двигун; 8 - вентилятор

- рівномірність помелу: правильно підібрані характеристики “ротор-вентилятор” забезпечується подрібнення зерна в крупу, із змістом мучки менше 8 % (оптимально для згодовування).

Вартість: декова дробарка коштує відносно дорожче за решітні аналоги, але має більший ресурс і продуктивність, отже, кращі споживчі якості. Витрати при експлуатації: питомі енерговитрати понижені на 14 %, витрата запасних частин понижена в 2 рази.

Принцип дії: матеріал, призначений для дроблення поглинається ежектором з бурту, бункера або причепа і прямує гнучкою всмоктуючою трубою в сепаратора, в якому встановлений магніт для відділення металоманитних домішок, і відсік для видалення домішок гравію, асфальту і так далі. Потім матеріал потрапляє в камеру дроблення. У камері зерно піддається дробленню під дією молотків і дек. Подрібнений матеріал через торцеве решето викидається під дією ротора в осаджувач, далі продукт потрапляє в камеру вентилятора, потім через випускний патрубок і гнучкий напірний трубопровід транспортується в бункер зберігання або кормозмішувач.

Цікаве рішення пропонує ВАТ «Хорольський механічний завод», котрий випускає серію МКУ з продуктивністю від 0,7 до 2 т/год. Технологічна схема приведена на рис. 5 [4].



1 – воронка; 2 – пневматичний живильник; 3 – рукав; 4 – дробарка; 5 – кормопровод; 6 – бункер накопичувач; 7 – блок фільтрів; 8 - змішувач; 9 – пульт керування; 10 – воронка преміксів; 11 – вивантажувач

Рис. 5. Проектне рішення ТКВК серії МКУ від ВАТ «Хорольський механічний завод»:

Принцип порційної дії при складанні технологічної схеми технологічних ліній малої продуктивності прослідковується і у сучасних проектних рішеннях представників сільського машинобудування ближнього і дальнього зарубіжжя.

Так ВАТ «Агротехнології» (Росія) пропонує проектні рішення (рис. 7) які відрізняються продуктивністю від 1 до 5 т/год майже за однією технологічною схемою, відмінність закладається у кількості та ємності бункерів оперативного запасу компонентів комбікормів, а також потужності відповідних технологічних машин.

Принцип дії запропонованої лінії (рис. 7): оперативний запас компонентів зберігається у бункерах 7, компонент який має найбільшу частку і потребує подрібнення зберігається у окремому бункері 8; у лотки засипають відповідну кількість преміксів 10; після підготовки компонентів дозаторами 11 засипається змішувач 9; готова комбікормова суміш вивантажується 12 до відповідного бункера 13, котрий обирається за допомогою перекидного клапана.

Зустрічається ще один принцип побудови ТЛ ВК, який базується на використанні комбінованого пневматичного транспортеру з вертикальним змішувачем (рис. 8). Технологічна схема є достатньо простою і не потребує розширеного пояснення. Використане технологічне обладнання має реалізацію у виконанні комплексів продуктивністю до 4 т/год.

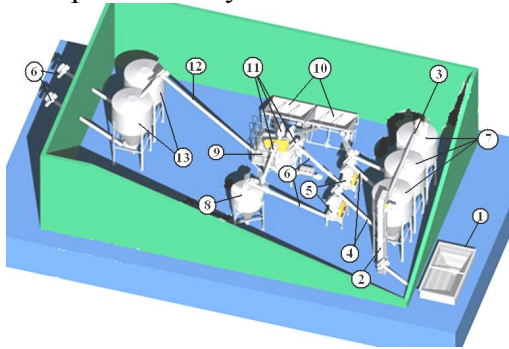


Рис. 7. Проектне рішення ВАТ «Агротехнології» (Росія): 1 – завальна яма; 2 – норія; 3, 4 – шнек розподільчий та живильник; 5 – дробарка; 6 – вивантажувачі; 7 – оперативний запас компонентів; 8 – попередня суміш; 9 – змішувач; 10 – лотки преміксів та добавок; 11 – дозатор; 12 – вивантажувач; 13 – бункери готової продукції

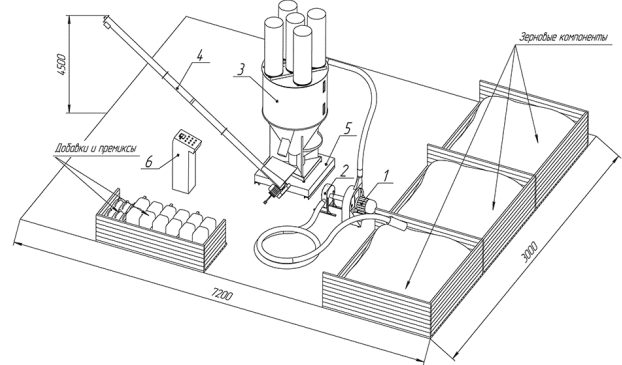


Рис. 8. Проектне рішення ВАТ «Капітал-Прок»: 1 – дробарка; 2 – фільтр пневматичного транспортеру; 3 – змішувач; 4 – вивантажувач; 5 – ваги; 6 – пульт керування

Працює технологічна лінія таким чином. На механічних вагах 5 знаходиться бункер змішувач 3, який заповнюється подрібненими компонентами. Подрібнені компоненти подаються молотковою дробаркою 1 з вбудованим фільтром каменеуловлювачем 2 та вентилятором викиду підготовлених компонентів. Оператор, за допомогою усмоктувача набирає відповідні порції компонентів. Вертикальний змішувач 3 може включатись на початку роботи обладнання так і у середині, але у останньому випадку будуть важкі умови включення приводу. Добавки додаються вручну. Готова суміш вивантажується за допомогою шнека 4.

З точки зору системи керування, ТЛ ВК характеризуються великою кількістю транспортних маршрутів, по яким передаються компоненти для дозування та змішування, готовий комбікорм на реалізацію або на інші технологічні ділянки, які охоплюють практично усі підготовчі і основні операції по заготівлі, завантаженню, багатокомпонентному дозуванню, подрібнюванню, а також відпуску та збереженню вихідної сировини і готової продукції [1, 5]. Разом з тим, ТЛ ВК в умовах фермерських і невеликих колективних господарств, побудовані на використанні малогабаритних комбікормових установок, що випускаються промисловістю переважно країн СНД, у кращому випадку електромеханізовані і мають досить відносну автоматизацію тільки допоміжних операцій, до яких можна віднести режими вмикання-вимикання лінії, контроль верхнього та нижнього рівнів матеріалу в бункерах оперативних і готової продукції, а також (частково) режими роботи електросилового обладнання [6, 7]. У той же час, операції по складанню рецептів комбікормів, дозуванню компонентів, контролю у потоці параметрів якості (крупності, однорідності змішування, зараженості і т.д.) готової продукції, виконуються дуже наближеними методами [1]. Тому, ґрунтуючись на досвіді рішення цих питань на державних і міжгосподарських комбікормових заводах, можна зробити висновок, що оптимізація режимів роботи ліній приготування кормів на базі ТЛ можлива лише за допомогою їхньої автоматизації на рівні АСУТП, тобто з використанням комп'ютерних технологій [7].

У результаті аналізу технологічних схем комплексів ВК в умовах господарств, складений перелік датчиків для параметрів, які підлягають контролю, реєстрації або регулюванню (табл. 1). Отже, АСК може отримувати повну інформацію про стан ТЛ та її елементів, на підставі якої реалізовувати відповідні інформаційні функції.

За своїми функціями АСУТП можна поділити на дві групи: локальний автоматизований контроль з місцевого пульта керування, який забезпечує сигналізацію та регулювання процесу; централізований контроль і керування з центрального пульта, який забезпечує сигналізацію (використовується у дипломному проекті).

Таблиця 1 - Параметри ТП ВК, які підлягають контролю, реєстрації та управлінню

Вузол ОТК ВК	Тип сигналу-датчика		Параметри		
	дискр.	аналог.	контроль	реєстрація	управління
Бункер: приймальний оперативного запасу готової продукції	+	-	Верхній і нижній рівні компонентів комбікорму та готової продукції	-	Вкл/викл подачі
транспортування компонентів по бункерах: приймальні оперативного запасу готової продукції	+	-	Вологість і засміченість потоку компонентів, положення розподільного патрубку	-	Вмикання приводу розподільника, положення робочого механізму
Дробарка: дозування завантаження дробарки вивантаження	+	+	Положення перекидних шиберів, подача компонентів та мікродобавок, крупність помелу, струм приводного двигуна	навантажувальна діаграма приводу дробарки	Вмикання приводу перекидних клапанів, регулювання подачі компонентів
Змішування: дозування тривалість змішування якість змішування	+	+	Завантаження, тривалість та рівномірність змішування, вологість корму, струм приводу	Тривалість змішування, витратомір	Вмикання приводів змішувача та засувки
Гранулювання	+	+	Температура матриці, завантаження приводу, рівень продукту у охолоджувачі	Навантажувальна діаграма приводу гранулятора	Завантаження, гранулометричний склад гранул
Готова продукція: зберігання відпустка	-	+	Положення перекидного шиберу розподільника, витратомір	Витратомір	вкл/ викл приводу перекидного шиберу розподільника

Висновки. Для забезпечення точності дозування, з огляду технологічних схем та аналізу контрольованих параметрів технологічного процесу доцільно використовувати технологічні лінії порційно-періодичного принципу дії. Це дозволяє не тільки підвищити точність дозування, а ще й спростити автоматичну систему керування та підвищити її надійність.

Список використаних джерел.

1. Діордієв В.Т. Автоматизація процесів виробництва комбікормів в умовах реформованих господарств АПК / В.Т. Діордієв. –Сімферополь, Доля – 2004 – 136 с.
2. Комбикормовые заводы и оборудование. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.agrotechnology.ru/produkcija1/kombikormovye_cesta
3. Кукта Г.Н. Машины и оборудование для приготовления кормов/ Г.Н. Кукта – М.: Агропромиздат, 1987 – 302 с.
4. Миникомбикормовая установка МКУ. Комбикормовые заводы ООО "Хорольский механический завод" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mehzavod.com.ua>
5. Степук Л.Я. Механизация дозирования в кормоприготовлении / Л.Я. Степук. – Минск: Урожай, 1986 – 152 с.
6. Сыроватка В.И. Автоматизированные установки для приготовления комбикормов/ В.И. Сыроватка //Мех. и электр. с.-х. – 1997 - №10. – с. 10 – 13.
7. Чернышев В.О. АСУТП в промышленном животноводстве / В.О.Чернышев. –М.: Россельхозиздат. 1987. – 190 с.

УДК 629.33.02.004.67:621.895

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СОИ

Гоц О. (2 курс),

Кузнецов И.О. к.т.н., доцент

Гулевский В.Б. к.т.н., доцент

*Таврический государственный агротехнологический университет**Рассмотрен скрыт механизм первичной послеуборочной обработки сои и описаны условия, которые обеспечивают рациональное использование материальных ресурсов.*

Постановка проблемы. Соя – известная сельскохозяйственная культура. Это источник растительного масла и протеина, представляет собой наиценнейшую масличную культуру. Так, например соевое масло составляет приблизительно 30% от всего мирового маслопроизводства, а масло подсолнечника и рипака – только 15% для каждой из культур. Так получилось из-за того, что при интенсивном развитии зернового производства в мире все острее начал наблюдаться дефицит белка, так как основные зерновые культуры содержат много углеводов, но мало белка. Развивая производство соевых белков, человек производит и много масла из сои, так как в этой культуре, как ни в какой другой, удачно соединяются все необходимые компоненты в практически идеальных пропорциях. По этому, соя в XX столетии стала белково-масличной культурой мирового значения. Благодаря своему богатому и разнообразному химическому составу, соя широко используется в качестве продовольственной, кормовой и технической культуры. Соя - это самая «технологичная» культура, которая используется практически полностью без отходов.

Анализ последних исследований. Существуют два вида измельченных соевых продуктов: полножирная соевая крупка и обезжиренный соевый шрот.

Полножирная соевая крупка или необезжиренная соя идет на приготовление соевого масла (рафинированой и нерафинированой). Кроме этого, она идет на производство соевого лецитина, который используется как в промышленных целях, например – дрожжи, красители, спирт, чернила, инсектициды, каучук, текстиль, косметика и др., так и в еде (хлебобулочные, кондитерские изделия, напитки и др.). Полножирная соя также используется на корм животным, на муку и в качестве наполнителя для приготовления лекарств.

Обезжиренный соевый шрот, или обезжиренная соя, идет на производство соевой муки, необходимой, как для промышленных целей (фанера, плиты, картон, инсектициды, дрожжи и др.), так и для пищевых целей (хлеба, бисквита, вермишели, колбас, напитков, диетических продуктов и др.). Обезжиренный соевый шрот также используется как удобрение и как корм для домашних животных, пушного зверя и рыбы. Кроме того, из него получают соевый белок, который имеет очень большую пищевую ценность и необходим для производства заменителей мяса, напитков, соевого молока, диетических и детских продуктов питания и т.д. Также соевый белок используется в промышленности для производства бумаги, красителей, ткани, искусственной кожи и меха. Использование сои как кормовой добавки для сельскохозяйственных животных дает очень высокий результат. Так, например, добавка к корму всего 724 грамм соевого шрота обеспечивает прирост свиней в 1 кг, а при 961 грамме - 1 кг приросту веса птицы. При регулярном вскармливании животным соевого шрота и соевого молока затраты корма снижаются на 30-35%, период откорма для получения 100 кг продукции - на 10-15 дней. Соевый белок наиболее часто используется как кормовая добавка, поэтому производить его выгодно и он идеально балансирует полезные вещества в кормах.

Формирование целей статьи. Целью статьи является раскрытие технологии первичной послеуборочной обработки сои.

Основная часть. Послеуборочная обработка сои состоит из комплекса последовательных операций (рис. 1). **Очистка.** Предварительная очистка используется для только что собранной сои влажностью до 30%. При этом в очищенном зерне снижается содержание наиболее многочисленной и мелкой примеси (с 15 – 20 до 3%), удаляется часть избыточной влаги, увеличива-

ется сыпучесть, повышают стойкость при временном хранении насыпом. В процессе предварительной очистки нужно удалить не менее 50% бурьянистой примеси, в том числе практически всю солому. Содержание полноценных зерен на выходе не должно быть более 0,05% от массы зерна основной культуры. При использовании для предварительной очистки зерноочистительный агрегат ЗАВ-40 удаляется до 82% бурьянистой примеси и до 71% зерновой. Вместе с отходами идет около 0,4% семян основной культуры.

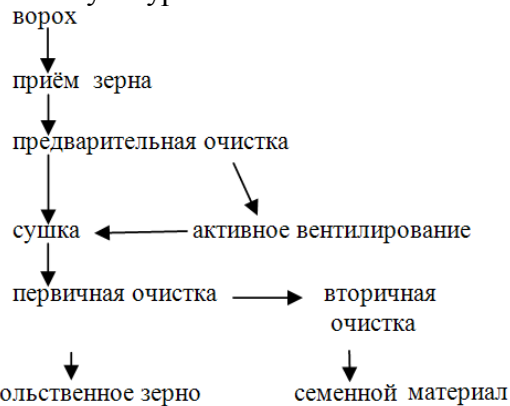


Рис. 1. Схема послеуборочной обработки сои

Первичная очистка. Первичной очистке подвергают только что собранное зерно сои влажностью не более 22% или предварительно обработанное и высушенное зерно влажностью не более 18%. Содержание бурьянистой примеси около 8%. Допустимые суммарные потери основного зерна не более 1,5%. При этом из зерна выделяют крупные, легкие и мелкие примеси, дробленое зерно; содержание примесей снижается с 8-10% до 1-3%.

Первичную обработку проводят на ЗАВ-40 (рис. 2) при соответствующем режиме.

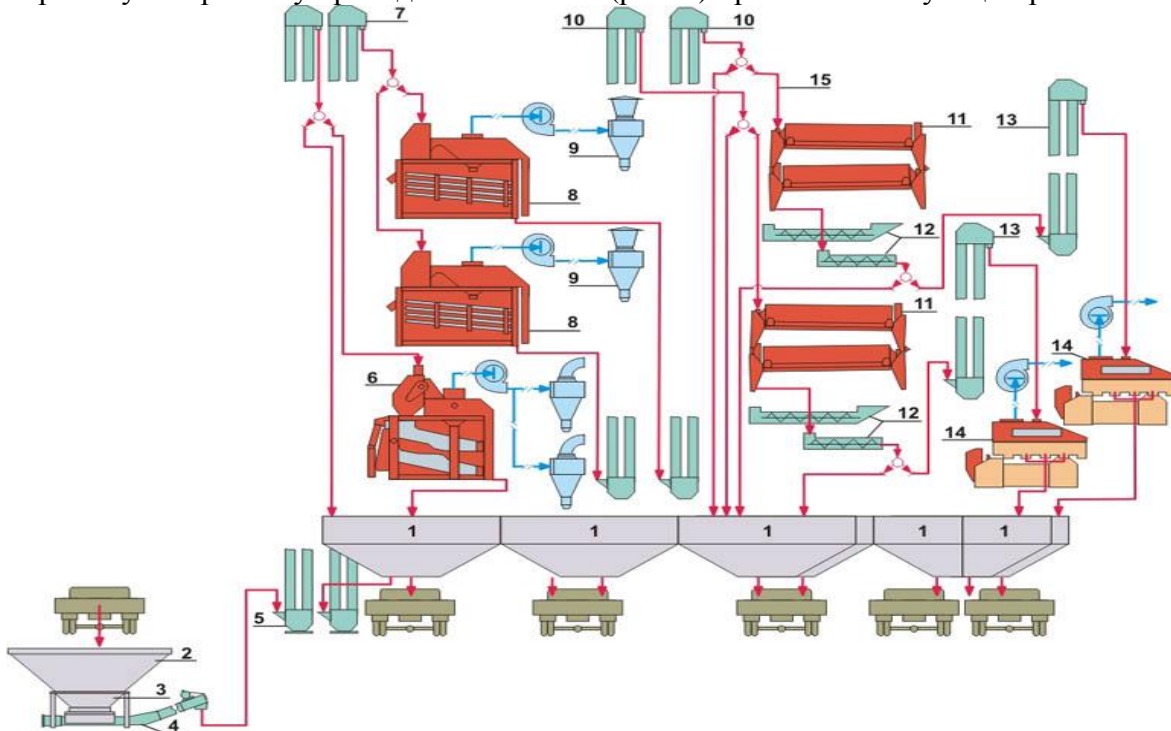


Рис. 2. Технологическая схема ЗАВ-40: 1 - комплект арматуры сварной; 2 - приемный бункер; 3 - питатель-дозатор; 4 - загрузочный транспортер; 5, 7, 10, 13 - нория, 50т/год; 6 - машина предварительной очистки; 8 - машина зерноочистительная воздушно-решетчатая; 11 - триерный блок; 12 - транспортер; 14 - стол пневмосортировальный; 15 - комплект зернопроводов.

Оптимальный режим работы зерносушилок. Для сушки зерна используют шахтную сушилку. Данная зерносушилка одинаково хорошо подходит как для продовольственного зерна так и для семенного. СЗШ-16 используется для продовольственного, фуражного и посадочного зерна. Рабочий процесс: зерно нориями перемещается в бункер над сушилкой и передвигается

вверх между коробами и поступает в отводной короб, отводится с сушильной камеры вентилятором. Температура регулируется изменением подачи топлива в камеру и холодным воздухом в камере смесителя. Технологический процесс сушки включает следующие операции: подготовительный период, начало работы и установка заданного режима, работа в установленном режиме, завершение сушки. Зерно влажностью до 20% включительно сушат за один пропуск, при влажности более 20% необходимо несколько пропусков. Один проход обеспечивает удаление 4-6% влажности.

Отклонение температуры нагрева зерна от среднего значения в зону максимального нагрева не должна превышать 5 °С по отдельным каналам шахтной сушки. Отклонение по влажности не превышать 2%. Охлаждающие устройства должны обеспечить охлаждение зерна до температуры ниже 25°С. Дробление механизмами зерносушилки не должно превышать 0,25%. Фактическая производительность сушилки определяют сбором и взвешиванием просушенного зерна за определенный отрезок времени в зависимости от пропускной способности сушилки. Учет проводится 3 раза.

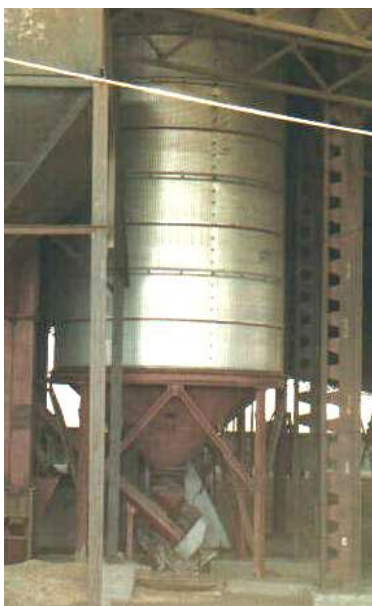


Рис. 3. Бункер вентилируемый БВ-40В

Активное вентилирование. Для активного вентилирования зерна используется установка бункерного типа БВ-40. Бункерные установки представляют собой перфорированные цилиндрические бункеры в середине, которых цилиндры, оборудованные специальными клапанами для нагнетания воздуха в сыпучие. При большой высоте насыпа используются вентиляторы высокого давления. Загружается зерно нориями, выгружается самотеком. Имеется теплогенератор и может осуществлять ступенчатый нагрев воздуха. Влажность зерна сои не должна превышать 20-25%.

Перед проведением вентилирования необходимо установить его целесообразность. При этом следует учитывать, что зерно влажностью более 20% можно вентилировать круглосуточно при любой влажности воздуха. Вентилирование зерна целесообразно во всех случаях, когда его температура выше температуры атмосферного воздуха на 8 ... 10°С. Зерно при этом нормально охлаждается и не увлажняется.

Выводы. Соевый белок наиболее часто используется как кормовая добавка, по этому его производства выгодно и он идеально балансирует питательные вещества в корме.

Технико-экономические показатели при первичной обработке объединены наиболее удачно при очистке на ЗАВ-40.

Выход чистого зерна сои при его влажности 16% составляет 36,2 т/ч, а при 11% - 36т/ч.

Список использованных источников

1. Трисвитский Л.А. Хранения и технология сельскохозяйственных продуктов / Л.А. Трисвитский - М.: Агропромиздат, 1991.- 254 с.
2. Личко Н.М. Методические указания по курсовому проекту / Н.М. Личко, С.В. Колесниченко - М.: МСХА, 1990.-305 с.
3. Мякушко Ю.П. Соя / Мякушко Ю.П. - М.: Колос, 1984. -302 с.
4. Дашевский В.И. Эффективная обработка и хранения зерна / В.И. Дашевский - М.: Колос, 1991. - 315с.
5. Карпов Б.А. Технология послеуборочной обработки и хранения зерна / Б.А. Карпов - М.: Агропромиздат, 1987. - 296с.

УДК 621.38

РЕГИСТРАТОР АНАЛОГОВЫХ ДАННЫХ

Верещагин Д.В. (5 курс),
Кизим И.В., ассистент

Таврический государственный агротехнологический университет, г. Мелитополь, Украина

В статье рассмотрена конструкция и принцип действия регистратора аналоговых сигналов, который может осуществлять сбор и накопление данных с возможностью изменения интервала выборки сигнала в широком диапазоне.

Постановка проблемы. В процессе контролирования аналоговых данных, таких как температура, влажность, освещённость, напряжение и ток в трёхфазной сети и т.д., в некоторых случаях требуется знать динамику их изменений за какой-то промежуток времени. Обычные измерительные приборы не дают возможность оперировать результатами этих измерений для дальнейшей обработки и анализа. Для решения этой задачи может быть использована система регистрации данных, которая позволяет проводить сбор и накопление аналоговых данных в запоминающем устройстве. Принимая во внимание высокую стоимость промышленных зарубежных образцов и недостаточную гибкость в настройке и работе схемных решений из сети интернет, было решено разработать многофункциональный регистратор аналоговых данных с возможностью изменения в широком диапазоне интервала измерения аналоговых сигналов.

Анализ последних исследований. Все доступные для практической реализации регистраторы данных [1, 2] имеют ряд недостатков, связанных с небольшим диапазоном изменения интервала выборки аналогового сигнала и с излишней сложностью установки режима работы устройства (установка времени и даты, обеспечивающие привязку регистрируемых аналоговых данных ко времени).

Цель статьи. В статье описана конструкция и принцип действия разработанной системы регистрации аналоговых сигналов, которая позволяет получить интервал измерения (и накопления) данных от 1 секунды до 1 часа (с дискретностью в 1 секунду), используя для этих целей конфигурационный файл на карте памяти.

Основные материалы исследований. Схема электрическая принципиальная разработанного регистратора аналоговых данных приведена на рисунке 1. Основой регистратора данных является микроконтроллер ATmega32 (DD1) фирмы Atmel [3]. Программа, записанная в микроконтроллер, позволяет работать с картами памяти типа SD и MMC, которые отформатированы в системе FAT16 или FAT32.

Регистратор позволяет отслеживать 8 аналоговых каналов (столько аналоговых входов имеет АЦП микроконтроллера), т.е. пользователи могут подключить к устройству до 8 аналоговых сенсоров.

Устройство содержит часы реального времени с резервным источником питания, что позволяет записывать, помимо данных с АЦП, время получения данных. Такая функция полезна при анализе данных и при составлении статистики их изменения. Для реализации функции записи времени регистрации данных применена микросхема часов реального времени DS1307 (DD2) с интерфейсом I2C.

Установка времени, даты и интервала измерения выполняется корректировкой файла конфигурации, который создаётся на карте памяти при первом включении устройства. При минимуме средств индикации (два светодиода) обеспечивается полноценная наглядность работы устройства. Разные варианты работы светодиодов позволяют контролировать режим работы (наличие питания, начало записи) и определять наличие и характер ошибок в работе регистратора (карта памяти переполнена, сбой часов реального времени, сбой в работе карты памяти). Кнопкой SB1 осуществляется пуск и остановка записи данных.

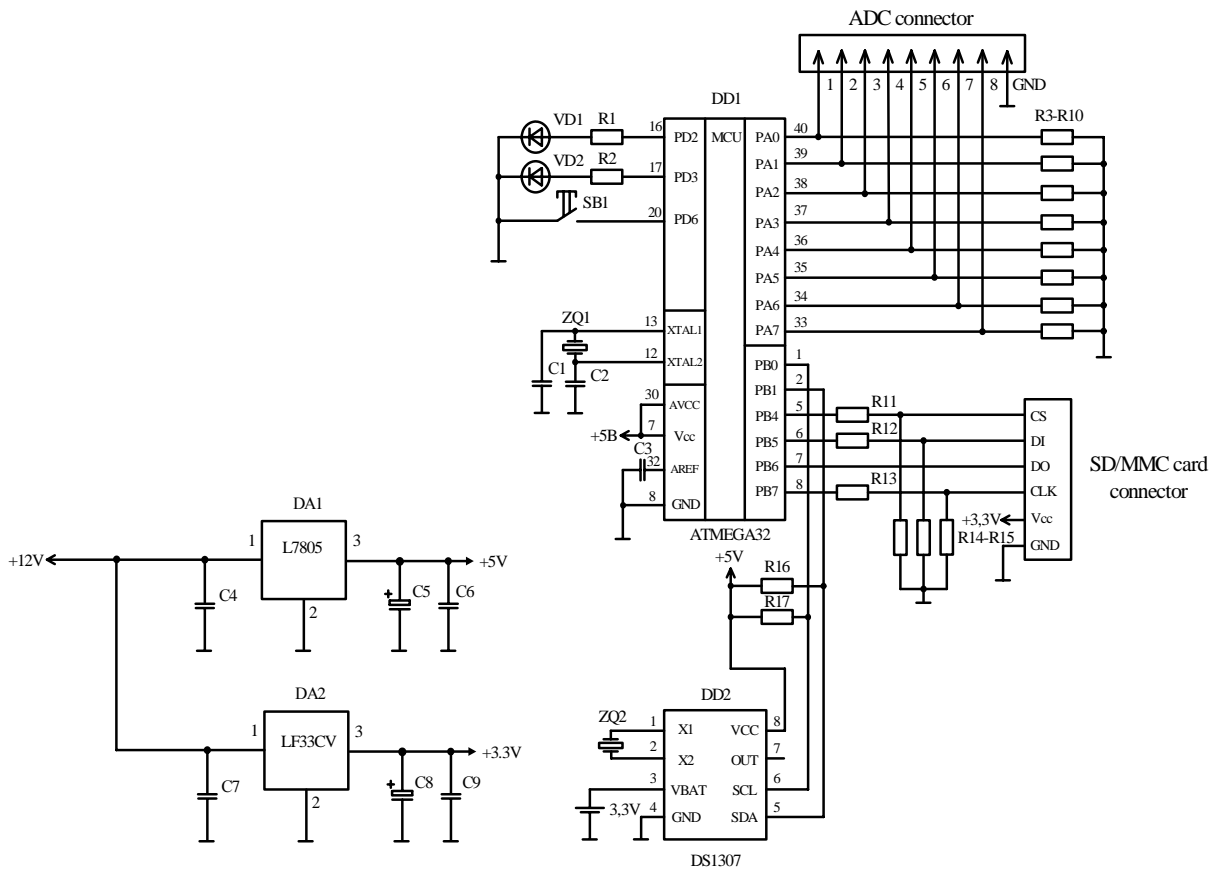


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная регистратора аналоговых данных

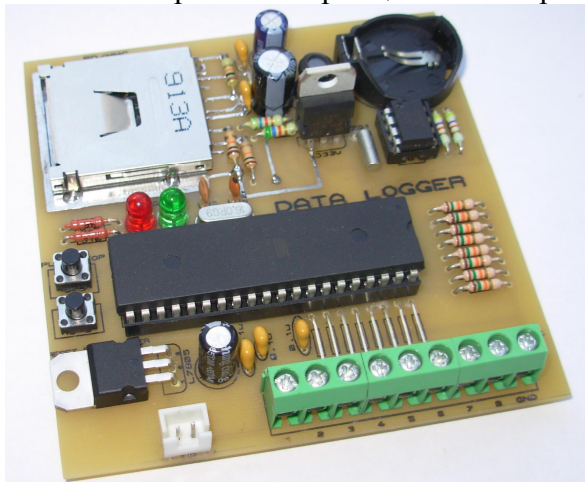


Рис. 2. Опытный образец регистратора аналоговых данных

Вывод. Регистратор может служить для сбора и накопления аналоговых данных на карту памяти типа SD и MMC, с возможностью дальнейшего просмотра записанной информации на компьютере в виде текстового документа формата TXT или CSV.

Список использованных источников.

1. Система регистрации данных на Atmega32 с записью на SD карту памяти. Часть 1. Принципиальная схема и основные компоненты системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=105924>. – Название с экрана
2. Регистратор данных лабораторного типа на PIC-микроконтроллере. Часть 1 - Характеристики и принципиальная схема системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rlocman.ru/shem/schematics.html?di=122424>. – Название с экрана
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы ATMEL / А.В. Евстифеев. – М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2004. – 560 с.

УДК 62-83:637.513.4

РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ КУТЕРА Л23-ФКВ-0,3

Маліцька О.М. (4 курс),
Вужицький А.В.,
Куценко Ю.М. к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Представлено систему керування електроприводу кутера Л23-ФКВ-0,3 з використанням сучасних пристроїв автоматизації та керування. Для приводу ножового валу та валу перемішувача використовуємо електродвигуни з частотним регулюванням. Для автоматизації управління технологічним процесом використовуємо два програмуючих реле, та двоканальний вимірювач.

Постановка проблеми: Під час проходження переддипломної практики та збирання матеріалу для дипломного проекту, згідно затвердженої теми, проведено детальне дослідження системи керування кутером Л23-ФКВ-0,3. Було виявлено наступне: зношення ресурсу електричної частини (контактори, пневматичні затримки, що призводить до коротких замикань в обмотці двигуна приводу ножового валу), складність в обслуговуванні, нескінченні заміни шляхових кінцевих вимикачів, морально застарілі конструкції, нескінченні кидки напруги в мережі при пуску в сусідстві з імпортними дорогими пристроями на мікроконтролерах і т.д.

Аналіз останніх досліджень: Основним технологічним обладнанням при виробництві фаршу ковбас на м'ясокомбінатах є кутер, обладнаний в якості головного приводу двигуном постійного струму (ДПС) або двошвидкісним асинхронним електродвигуном [1].

Недоліками кутерів з ДПС є висока вартість ремонту електродвигуна, у той час як відповідно до діючих умов експлуатації необхідність ремонту виникає 1 -2 рази на рік.

Недоліками кутерів з асинхронним електродвигуном, крім такої ж періодичності ремонту, є обмеження щодо вибору робочих швидкостей, і, як наслідок, вузький технологічний діапазон фаршу, що виробляється.

В даний час кутер повинен відповідати наступним вимогам: забезпечити вільний вибір необхідної кількості швидкостей, забезпечити швидке перенастроювання швидкостей кутера.

Ці вимоги можна забезпечити при використанні контролерів і перетворювачів частоти, що дозволить призначити той чи інший режим роботи головного приводу кутера.

Формування цілі статті: Запропонована стаття ставить завдання розробити систему керування електроприводом кутера Л23-ФКВ-0,3 з використанням останніх досягнень в керуванні електроприводами, та зниження втрат енергії.

Основна частина: Кутер вакуумний Л23-ФКВ-0, 3 призначений для подрібнення під вакуумом складових компонентів фаршу всіх видів ковбас, сосисок та сардельок. Подрібнення компонентів фаршу здійснюється в обертовій чаші ножовою голівкою, яка має два режими обертання: - тихохідний (перемішування), - швидкохідний (різання). На кутері передбачена можливість подрібнення м'яса в шматках не більше 0,5 кг [2].

Кутерування під вакуумом дозволяє отримувати фарш більш високої якості за рахунок поліпшення його кольору, смаку і виключення спор і повітряних порожнин. Вакуумірування попереджає швидкі окисні реакції в жирі і призводить також до ущільнення фаршу, що сприяє поліпшенню споживчих властивостей ковбас, сардельок, сосисок, забезпечує більш високу якість виготовленої продукції. Застосування вакууму скорочує енергетичні витрати на кутерування.

Кутер складається: з облицьованої станини, ножовий пакет з валом і приводом, чаша зі своїм приводом, кришка ножова, кришка вакуумна, вивантажувач, перевантажувач, обладнання гідравлічної системи, обладнання вакуумної системи, обладнання системи дозування води, електрообладнання [2].

У стандартній комплектації кутер оснащується двошвидкісним електродвигуном ножового валу, що обмежує можливості кутера тільки двома числами оборотів ножового валу, і, отже, лінійна швидкість подрібнення буде низькою. Встановлення більш потужних двигунів дозволяє

збільшити число обертів на кутерах, і підвищити лінійну швидкість подрібнення. Це досягається установкою шківів на ножовому валу і електродвигуна відповідних діаметрів. Ми пропонуємо поставити асинхронні електродвигуни для частотного регулювання різного діапазону потужностей і габаритних розмірів, в тому числі, в комплекті з перетворювачем частоти. При установці на кутер частотного перетворювача з'являється можливість плавного регулювання швидкості обертання ножового валу, а так само його реверс, що дозволяє регулювати режими подрібнення і перемішування в залежності від стану сировини і виду фаршу, що готується. Застосування частотного перетворювача в приводі ножового валу дозволяє здійснювати плавну (безступінчасту) зміну швидкості обертання вала від 0 об/хв до 3000 об/хв (можливе збільшення числа обертів до 3500 об/хв) [1,3].

Розроблена система приведена на рисунку 1 і включає в себе безконтактнікінцеві вимикачі ВБ1.18М75.3х3.К два програмованих реле ПР-110-24.8Д.4Р, що забезпечують абсолютно всі блокування і частину керування:

- блокування будь-якого керування при відкритій ножовій кришці - окрім самої ножової кришки;
- блокування вакуумного насосу, обмеження швидкості ножового валу до 1500 об/хв. при відкритій кришці чаші;
- блокування завантажувача при відкритій або повністю закритій кришки чаші;
- блокування кришки чаші при введеному вивантажувачі;
- автоматичне включення (відключення) привода вивантажування при вивантаженні;
- блокування кришки чаші при піднятому завантажувачі.

Забезпечує 5 с постійної роботи гідронасоса при відключенні керування (настроюється програмно).

А так само, за допомогою даних реле здійснюється частина керування пристроями кутера (вакуумний насос), виходячи з логіки роботи кінцевих вимикачів.

У схемі присутне декілька нестандартне застосування приладу 2ТРМ0А-Щ2.ТС в якості вимірювача температури і покажчика швидкості обертання ножового валу. Застосування для вимірювання температури – стандартне [4,5,6].

Покажчик обертів реалізований на штатному виході з частотою регулюючого пристрою сигналу 0...10 В синхронно частоті, за допомогою дільника для входу 0...1В приладу з подальшим калібруванням під свої цифрові дані про швидкість.

Замість двухшвидкісного двигуна з частотою обертання 1500/3000 об/хв. приводу вала ножів потужністю 85/100кВт, застосуємо одношвидкісний потужністю 90 кВт, з частотним перетворювачем. Замість двигуна приводу вала перемішувача потужністю 4,2/5,3 кВт з частотою обертання 1500/3000 об/хв., застосуємо одношвидкісний потужністю 5,5 кВт, з частотним перетворювачем.

Привід чаші - двошвидкісний двигун з частотою обертання 1500/3000 об/хв. Привід викидача, вакуумного насосу, гідростанції одношвидкісні асинхронні електродвигуни з синхронною частотою обертання 1500 об/хв. Захист даних двигунів здійснюється тепловими реле серії РТ 2М, а управління магнітними пускачами серії ПММ.

Висновки: Використання частотного перетворювача серії СТА-С7.HVC забезпечує високу надійність роботи приводу, знизить споживання електроенергії. Також, забезпечується захист від проблем, що виникають в живильній мережі. Плавний розгін ножового валу дозволяє продовжити термін експлуатації кутера. Гнучку технологічну одиницю для виробництва фаршу практично будь-якого виду ковбас. Економію електроенергії в основних технологічних режимах від 30 до 60 %. Високий ступінь електричного захисту головного приводу.

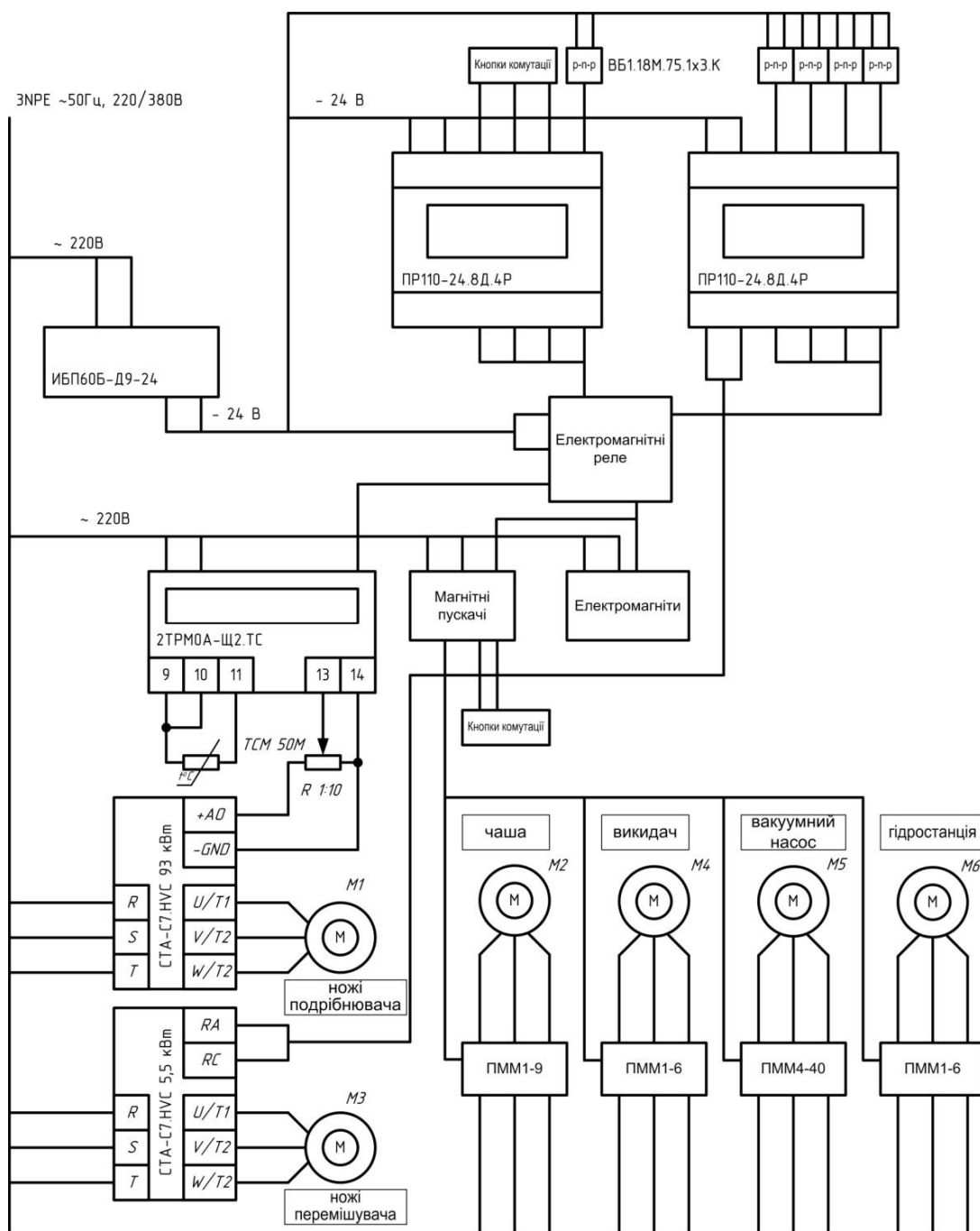


Рис. 1. Структурна схема управління системою керування електроприводу кутера

Список використаних джерел

1. Корнюшко Л.М. Оборудование для производства колбасных изделий: справочник. / Л.М. Корнюшко. - М.: Колос, 1993.- 138 с.
2. Кутгер вакуумный марки Л23-ФКВ: паспорт Л23-ФКВ-00.00.000. ПС. – Воронеж. 1996 . – 86 с.
3. Частотный преобразователь 0,75...2,2 кВт – 200...240 В, 0,75/1,5...400/450 кВт СТА-А7.НВС, СТА-С7.НВС, СТА-С4.СS [Электронный ресурс]: руководство по эксплуатации. – Режим доступа: http://www.gu-sta.ru/index.php?doc=chast_preobr
4. Программируемое реле ПР110ОВЕН [Электронный ресурс]: руководство по эксплуатации. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/39394106>
5. Двухканальный измеритель 2ТРМ0ОВЕН [Электронный ресурс]: руководство по эксплуатации. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/39394106>
6. Оборудование для автоматизации 2012 [Электронный ресурс]: каталог ОВЕН. – Режим доступа: <http://www.owen.ru>

УДК 620.92

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО СТЕЖЕННЯ ФОТОПАНЕЛІ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІ ЗА СОНЦЕМ

Верещагін Д.В. (магістрант, 1 курс),
Жарков В.Я., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проведено аналіз фотопанелей та схеми їх підключення, запропонована система автоматичного стеження збільшує ефективність роботи побутової ФЕС

142

Постановка проблеми. Сонячна енергія - енергія від Сонця, яка потрапляє на Землю у формі радіації та світла. Ця енергія значною мірою керує кліматом та погодою і є невід'ємною основою життя. Для Запорізької області загальний потенціал сонячної енергії становить $34,8 \cdot 10^9$ МВт•год/рік; технічний потенціал - $16,7 \cdot 10^7$; доцільно-економічний потенціал - $2,6 \cdot 10^5$ МВт•год/рік [1]. Якщо перший показник визначається географічним положенням місцевості і фізичним станом атмосфери (зокрема хмарністю), то два останні визначаються станом науки і техніки, і можуть бути підвищені за рахунок нових технологій. Задача науковців сприяти збільшенню технічного і доцільно-економічного потенціалів.

Мета статті. Збільшити ефективність роботи побутової сонячної електростанції за рахунок розробки і впровадження системи автоматичного стеження фотопанелі за Сонцем.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день, коли в світовій економіці все відзначають істотний спад, галузь сонячної енергетики, одна з не багатьох, яка звітує про позитивну динаміку зростання. За останні 10 років щорічний середній темп зростання (CAGR) нових інсталяцій сонячних панелей в світі склав 50,4%, а загальний фонд встановлених батарей на кінець 2010 року наблизився до 39,5 ГВт. За даними Європейської фотоелектричної асоціації (EPIA), загальний фонд сонячних модулів на кінець 2015 року становитиме 195,9 ГВт, тобто збільшиться майже в 5 разів! Велику увагу розвитку малої фотоенергетики приділяється також в наукових роботах студентів ТДАТУ [2-7].

Основні матеріали дослідження. Розглянемо процес безпосереднього перетворення сонячної енергії в електроенергію за допомогою сонячної панелі (сонячної батареї) [5,6].

Під сонячною панеллю розуміють набір, з'єднаних між собою фотомодулів. Фотомодуль в свою чергу складається з фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Це напівпровідниковий прилад, що перетворює енергію фотонів (енергію світла) в електрику. Перетворення енергії відбувається на рівні атомної будови тіла. Найбільш поширений матеріал для виготовлення ФЕП - це кремній [5,6]. Кожен окремих ФЕП здатний генерувати напругу близько 0,5 В, тому окремі елементи збирають в модулі, а модулі в панелі.



Рис. 1. Сонячні панелі (а), модулі (б) і фотоелектричні перетворювачі (в)

Сонячна електростанція (СЕС) може містити десятки і сотні сонячних панелей. Залежно від завдання енергопостачання використовуються різні схеми комутації сонячних панелей. Наприклад, для зарядки мобільного телефону одна, для роботи автономного освітлення інша, для

освітлення елементів автомобільної дороги третя, для роботи в електромережі за «зеленим тарифом» четверта і т.д.

У результаті перетворення енергії світла сонячна панель на своєму виході генерує постійну електричну напругу величиною, як правило, 12 В або 24 В. Хоча внутрішні електронні схеми багатьох споживачів електроенергії (телевізор, комп'ютер тощо) працюють на постійній напрузі (і для роботи мають вбудовані блоки живлення), все ж у «звичайній» електричній мережі - змінна напруга, і всі прилади адаптовані для живлення від мережі зі змінною напругою 220 В для однофазної мережі (або 380 В для трифазної мережі) (рис.2). Тому для відстеження та управління всіма процесами роботи сонячних панелей використовується електронний пристрій - контролер. Типова схема підключення сонячної панелі виглядає наступним чином (рис.3).

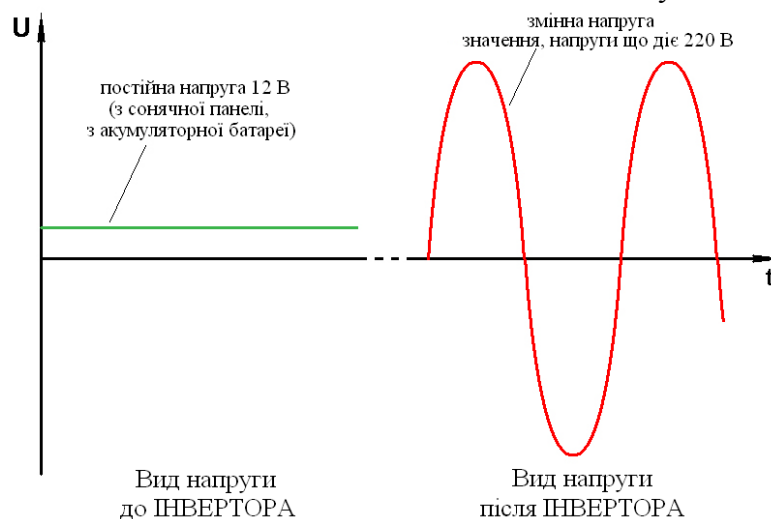


Рис. 2. Діаграми перетворення напруги від фотопанелі до і після інвертора

■ = DC 12 ВОЛЬТ
 ■ ~ AC 220 ВОЛЬТ

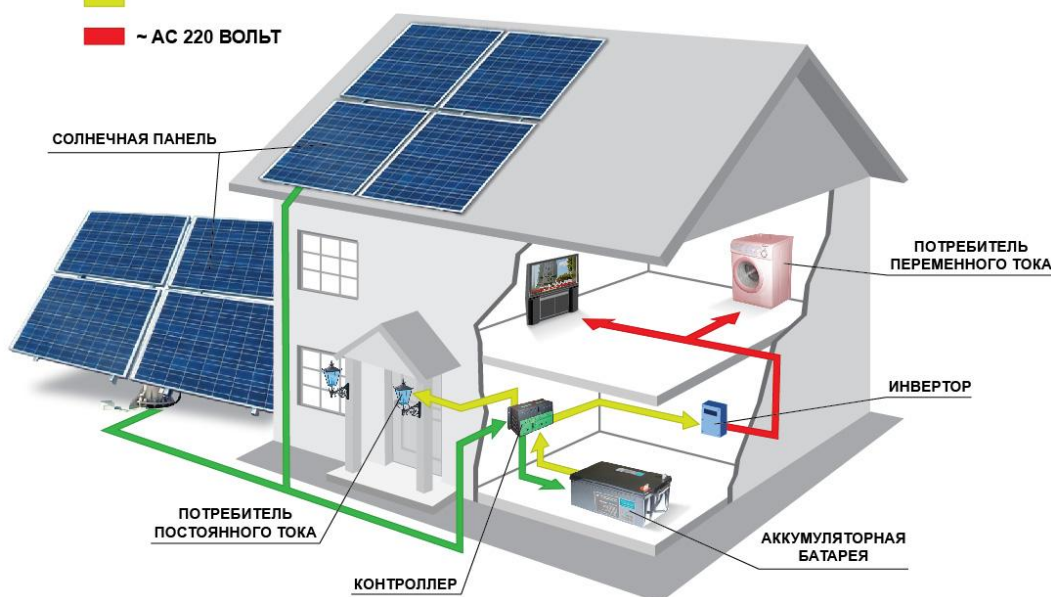


Рис. 3. Типова схема підключення сонячної панелі побутової ФЕС

Для зменшення капітальних вкладень у системі на сонячних панелях, необхідно використовувати електрообладнання з високою енергоефективністю. Наприклад, для освітлення можна використовувати світлодіодні лампи, які в 10 разів ефективніше ламп розжарювання, більш ніж в 2 рази ефективніше енергозберігаючих люмінесцентних ламп [4].

Максимальну ефективність сонячні панелі мають при «падінні» сонячних променів перпендикулярно до поверхні модуля. Так як сонце весь час «переміщається» по небу, для ефективного використання панелі можливе застосування пристроїв стеження і повороту панелі до сонця. Приклад панелі без системи спостереження («жорстко укріпленої») показано на рис.4. а панелі з системою стеження (повороту) «за Сонцем» - на рис.5.



Рис. 4. Фотопанель без системи спостереження («жорстко укріпленої»)



Рис. 5. Фотопанель з системою стеження (повороту) «за Сонцем»

При установці сонячних панелей, необхідно знати основні характеристики ФЕП і особливості роботи системи на сонячних панелях. У залежності від матеріалу і технології виготовлення, ФЕП відрізняються коефіцієнтом корисної дії (ККД), стійкістю до підвищення температури, габаритами, і звичайно ж вартістю.

Сьогодні оптимальними для застосування і найпоширенішими є ФЕП з моно- і полікристалічного кремнію, хоча є й інші варіанти вирішення (панелі на аморфному кремнії, тонкоплівкові панелі, нанокристалічні панелі і інші) [5,6]. Стосовно до сонячної панелі, ККД – це параметр, який показує яка частина енергії світлового потоку перетворюється в електричну. Для різних регіонів України, річна сумарна енергія світлового потоку, на одиницю площі різна і коливається від 1000 до 1350 кВт•год/м² для горизонтальної поверхні [1]. Показник ККД у сонячних панелях (на час написання статті) становить близько 14%. Цей параметр буде впливати на сумарну площу панелей, і як наслідок на площу, яка буде «покрита» панелями. Наприклад, якщо ККД сонячної панелі становить 12% і висвітлюється світловим потоком інтенсивністю 1100 Вт/м², то вихідна потужність цієї панелі складе $1100 \text{ Вт/м}^2 \cdot 0,12 = 132 \text{ Вт}$ з 1 м² площі сонячної панелі.

Робочі параметри панелі розраховуються при температурі навколишнього середовища 25°C, із збільшенням цього параметра електричні характеристики і термін служби ФЕП змінюються. І якщо ми говоримо про тривалий термін експлуатації в умовах з реальною температурою вище, ніж 25°C, то цим параметром нехтувати не можна. До особливостей роботи системи також відноситься місце і спосіб установки панелей. Ці деталі впливають на кількість об'єднання та інтенсивність сонячного світла для конкретного модуля. Крім того, кількість і модель пристроїв в системі сонячного електропостачання, залежить від призначення об'єкта та споживача, якому необхідно забезпечити електропостачання, наприклад: житловий будинок, виробничий об'єкт, сільськогосподарський об'єкт, об'єкти, які потребують енергії більше в денний або нічний час.

Основні переваги сонячних панелей.

Висока надійність. Конструкція на сонячних панелях не має механічних, рухомих частин, внаслідок чого має високий запас надійності, що підтверджується використанням в місцях, де ремонт практично не можливий – космічних системах, і пр.

Мінімальні експлуатаційні витрати. Після монтажу сонячні панелі, не вимагають великої уваги, регламентних робіт і сервісного обслуговування. Це дозволяє використовувати панелі у важкодоступних місцях, де обслуговування або дороге, або проводити не можна.

Екологічна чистота. При роботі сонячних панелей немає ніяких шкідливих викидів і відходів. Сонячні панелі працюють безшумно.

Термін експлуатації. На сьогоднішній день, термін служби сонячних панелей доведений до 20-25 років.

Простота установки. Монтаж системи досить простий. Зміна вихідної потужності досягається простим додаванням або демонтажем модулів. Іншими словами, є можливість поступового збільшення потужності в міру необхідності і наявності фінансової можливості.

З відомих причин, інтерес до сонячних панелей зростає з кожним роком, звідси і намагання виробників забезпечити ринок. Як відзначають аналітики, сьогодні обсяги виробництва не відповідають потребам, і хоча виробничі потужності збільшуються з кожним роком, вартість сонячної панелі економічно приваблива поки не у всіх країнах. Виробники прагнуть оптимізувати вартість витрат на виготовлення сонячних панелей, а зростаючий попит сприяє «зближенню» процесів виробництва і купівлі.

Для підвищення ефективності роботи побутової ФЕС нами розроблена схема і виготовлено дослідний зразок автоматизованої системи стеження фотопанелі побутової фотоелектростанції за Сонцем. Пристрій являє собою два незалежних модуля, які з'єднані між собою шлейфами. Перший модуль містить 4 фотодатчика. Кожен з фотодатчиків спрямований під кутом 45° по відношенню до денного сонцестояння і фіксує кут положення Сонця по відношенню до Землі (рис.6).

145

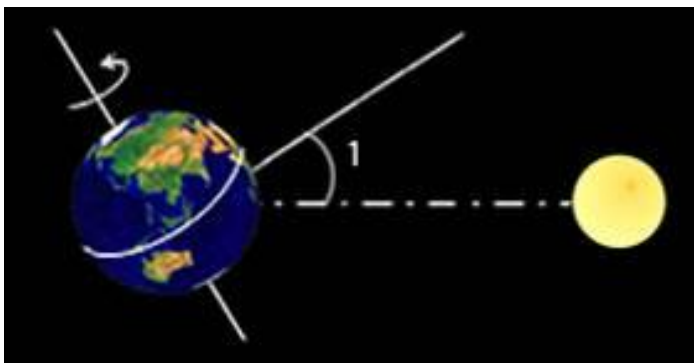


Рис. 6. Зміна кута положення Сонця по відношенню до Землі

Для зменшення перешкод в корпусі фотодатчика розташований перетворювач фотоструму в напругу.

Другий модуль - система управління поворотним механізмом, до складу якої входять три основних функціональних блоки (рис.7):

- 1) блок керування живленням і розподілом накопичуваної енергії;
- 2) блок керуючих сигналів з індикацією;
- 3) драйвера крокових двигунів.

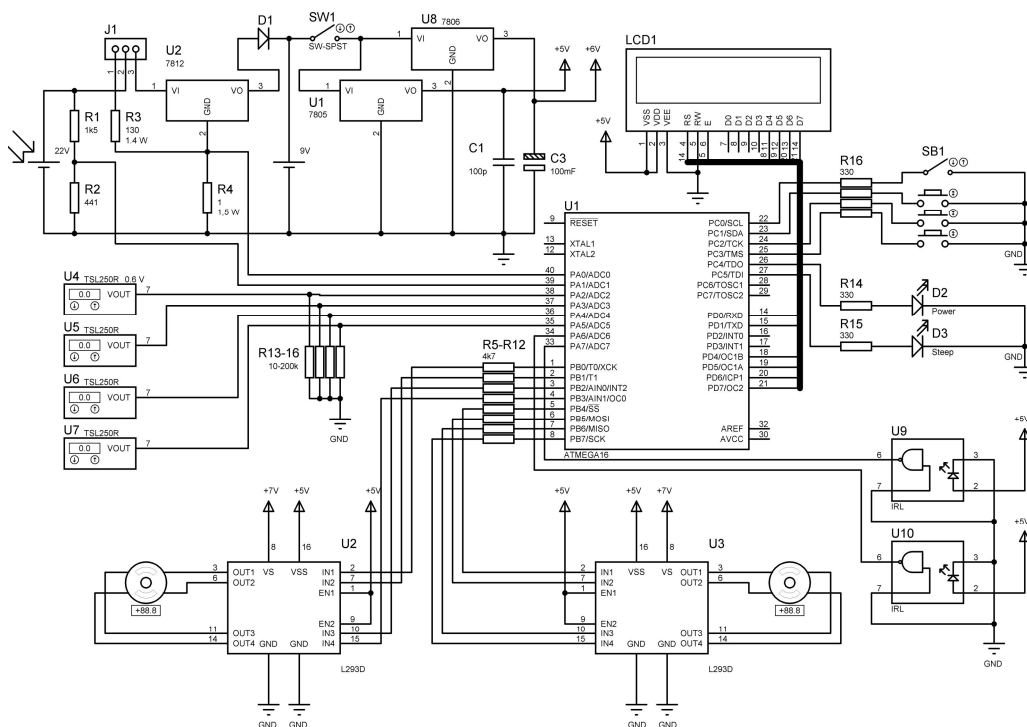


Рис. 7. Принципова схема системи управління поворотним механізмом

У робочому режимі на дисплей (рис.8) виводиться інформація про стан, джерела сигналів, поточна напруга фото панелі, а також струм заряду батареї.

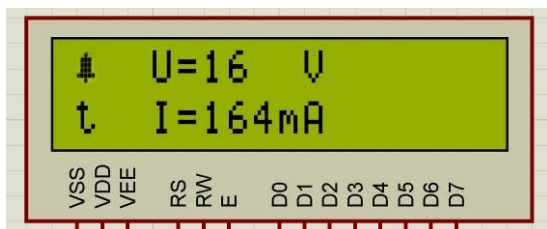


Рис. 8. Дисплей пульта керування



Рис. 9. Пульт керування системою автоматичного керування фотопанелі за Сонцем

Дослідний зразок пульта керування зібраний в корпусі 140x70x180 мм (рис.9).

Пульт оснащено власним акумулятором, від якого може живитися схема і крокові двигуни, призначені для повороту панелі за Сонцем.

У пристрої використані фотодатчики типу APDS-9007-020 (зображені на рис.9 справа).

Висновок. Автоматизована система стеження і повороту фотопанелі за Сонцем значно підвищує ефективність роботи побутової ФЕС і використання сонячної енергії.

Список використаних джерел

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України/ С.О. Кудря. – Київ: Інститут електродинаміки.- 2001.- 40 с.

2.Пат. Україна 37586 МПК H02N6/00, H01L31/00. Пристрій для освітлення автостради/ В.Я.Жарков, В.С. Атрошенко, А.О. Манич, Є.П. Слєпкін, Д.М. Мисов.- Заявл. 08.01.2008 Опубл. 10.12.2008. Бюл. 23.

3.Пат. Україна 64434 МПК (2011.01) B60q1/02, H02N6/00. Автономна система аварійного освітлення автомобільного тунелю/ В.Я.Жарков, В.О. Сельоткін, М.В. Михайлик.- Заявл. 04.04.2011 Опубл. 10.11.2011. Бюл. 21.

4. Сельоткін В.О. Освітлення автомобільного тунелю за рахунок фотоперетворювачів та світлодіодів/ В.О. Сельоткін, В.Я. Жарков// Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ, 2010.- С.121-124.

5. Сельоткін В.О. Аналіз фотоперетворювачів для живлення освітлювальних приладів/ В.О. Сельоткін, О. Бартеньєв, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. -Донецьк: ДонНТУ, 2010.- С. 48-50.

6.Пешков М.О. Обґрунтування типу фотоелектроперетворювача для побутової фотоелектростанції/ М.О. Пешков, М.В. Михайлик, В.Я. Жарков// Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів. Збірник наукових праць I Всеукраїнської науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів: 8-19 жовтня 2012 р., м. Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2012.- С.

7.Пешков М.О. Освітлення елементів автомобільної дороги за рахунок фотоелектроперетворювачів/ М.О. Пешков, М.В. Михайлик // Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт в галузі „Електротехніка та електромеханіка”. Збірник рефератів робіт. - Дніпродзержинськ: ДДТУ. - 2013. – С. 103.

УДК 631.537

ЦИФРОВИЙ ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СЕРЕДОВИЩ

Воробйов О.П. (4 курс),
Гончарова Н.В., аспірант
Нестерчук Д.М., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

*Матеріал статті присвячений обґрунтуванню структури та розробці схеми електричної
принципової цифрового пристрою контролю та регулювання температури технологічних се-
редовищ.*

147

Постановка проблеми. Одним з параметрів, які найбільш часто підлягають контролю і регулюванню для коректного протікання технологічного процесу, є температура. В наш час існує багато видів термометрів, а саме, цифрові, електронні, інфрачервоні, біметалічні, дистанційні, термометри опору, електроконтактні, рідинні, термоелектричні, газові, пірометри. З усього цього різноманіття найбільш популярними є ртутні і спиртові. [1, 2]. Виходячи з потреб, на сьогоднішній день можна купити будь-який необхідний термометр. Стан сучасної мікросхемотехніки дозволяє розробляти та впроваджувати цифрові пристрою контролю температури. Тому розробка цифрового компактного пристрою вимірювання температури є доцільною, так як вимірювання температури здійснюється в найширших межах, Однією з переваг таких термометрів є те, що вони готові до роботи відразу з моменту включення на відміну від ртутних термометрів, відрізняється точністю показань і зручністю їх сприйняття. Цифрові термометри мають більш міцний корпус, що значно розширює область їх застосування і значно спрощує їх транспортування. Невелика кількість елементів, простота експлуатації і транспортування роблять їх незамінними в ряді випадків, коли необхідні точні і швидкі дані про температуру. Більш того, використання в роботі цифрових електричних схем дає можливість проводити комп'ютерну обробку результатів вимірювань, значення чого складно переоцінити. [2...5].

Аналіз останніх досліджень. Прилади для вимірювання температури поділяються залежно від фізичних властивостей, які покладених в основу їх побудови, на наступні групи [1...3]:

- термометри розширення: призначені для зміни температур в діапазоні від -190 до $+500^{\circ}\text{C}$. Принцип дії термометрів розширення заснований на властивості тіл під дією температури змінювати обсяг, а отже, і лінійні розміри. Термометри розширення поділяються на рідинні скляні і механічні (дилатометричні та біметалічні);

- манометричні термометри: призначені для вимірювання температури в діапазоні від -160 до $+600^{\circ}\text{C}$. Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на зміні тиску рідини, газу або пари, які поміщені в замкнутому об'ємі, при нагріванні або охолодженні цих речовин;

- електричні термометри опору застосовуються для вимірювання температур в діапазоні від -200 до $+650^{\circ}\text{C}$. Принцип дії термометрів опору заснований на властивості провідників змінювати електричний опір залежно від температури;

- термоелектричні перетворювачі (термопари) використовуються при вимірювання температури від 0 до $+1800^{\circ}\text{C}$. Принцип дії термопар заснований на властивості різномірних металів і сплавів утворювати в місці з'єднання термоелектрорушійну силу, яка залежить від температури спаю;

- пірометри випромінювання застосовуються для вимірювання температури в діапазоні від $+100$ до 2500°C . Пірометри випромінювання працюють за принципом вимірювання енергії, яка випромінюється нагрітими тілами, що змінюється залежно від температури цих тіл.

Використання аналогово-цифрових перетворювачів (АЦП) дозволило розробити цифрові прилади для вимірювання температури. Згідно [4,5] цифровий прилад для вимірювання температури складається з наступних частин: тепловий чутливий елемент, як правило це терморезистор, через який протікає струм, АЦП, дисплей, блоки формування вихідних сигналів для передачі на інші (виконавчі) пристрої, елемент живлення. Діапазон вимірювання температури за до-

помогою цифрових термометрів простягається від мінусових температур до тисячі градусів вище нуля. Точність приладів від $0,01^{\circ}\text{C}$ визначається лише якістю чутливого елемента приладу. Відносним недоліком цифрового приладу для вимірювання температури є залежність від напруги живлення, але споживання таких приладів настільки мало, що таким недоліком можна знехтувати. Увесь перелік областей застосування цифрових приладів для вимірювання температури дуже великий, починаючи з вимірювання температури дитини до вимірювання температури покриття космічного корабля. Однак можна стверджувати, що вони вже міцно увійшли в побут і діяльність людини.

Мета статті. Обґрунтування структури цифрового приладу для контролю та регулювання температури та розробка схем електричних: структурної та принципової.

Основні матеріали дослідження. Цифровий пристрій для контролю та регулювання температури технологічних середовищ призначений для безперервного контролю температури з автоматичною індикацією результатів вимірювання та з можливістю її регулювання.

Схема електрична структурна розробленого пристрою наведена на рисунку 1.

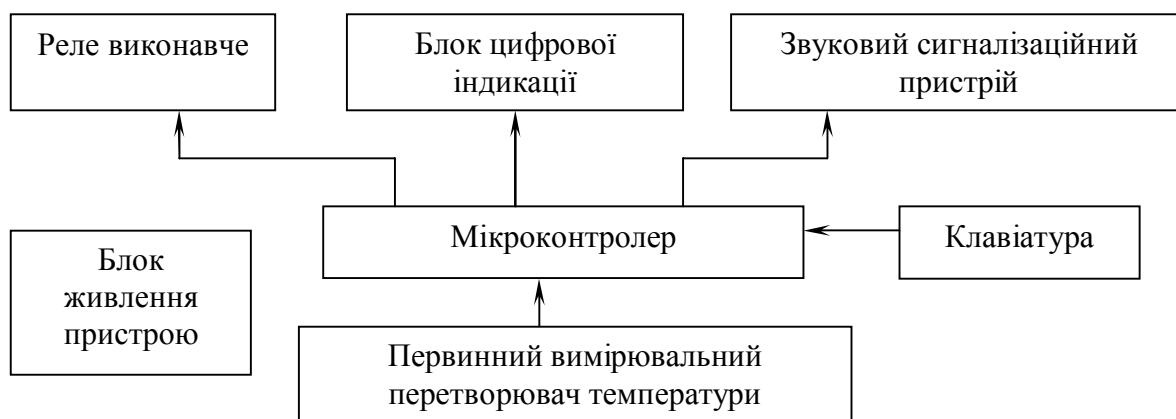


Рис. 1. Схема електрична структурна пристрою для контролю та регулювання температури

Пристрій складається з первинного вимірювального перетворювача температури, який встановлений в середовищі, температура якого необхідно вимірювати, з мікроконтролера, з блоку живлення пристрою, з блоку цифрової індикації температури, з клавіатури, з звукового сигналізаційного пристрою та реле виконавчого. Призначення кожного блоку пристрою наведено в таблиці 1.

Схема електрична принципова цифрового пристрою контролю та регулювання температури наведена на рисунку 2. Пристрій працює таким чином: під дією температури середовища змінюється опір термоперетворювача опору R_t , який має негативний коефіцієнт опору. Для лінеаризації сигналу перетворювач R_t з'єднаний з прецизійним джерелом струму.[6]. Сила струму джерела не повинна перевищувати $100\ \mu\text{A}$ з умови відсутності самопідігріву. Напруга, що знімається з перетворювача подається на вхід аналого-цифрового перетворювача мікроконтролера.

Мікроконтролер є центральним функціональним блоком, який реалізований на мікросхемі DD1, резисторах R9, R10. Конденсатори C6, C7 та ZQ1 складають схему тактового генератора мікроконтролера.

Мікроконтролер здійснює обробку електричного сигналу з первинного перетворювача температури, здійснює порівняння його з нормованими уставками по температурі технологічного середовища та формує електричний сигнал, який надходить на блок цифрової індикації, на звуковий сигналізаційний пристрій та на виконавче реле.

Таблиця 1 - Призначення блоків пристрою

Найменування блоків	Призначення
Первинний вимірювальний перетворювач температури	Вимірювання температури та перетворення її електричний сигнал, який надходить на відповідний порт мікроконтролера
Блок живлення	Електричне живлення блоків пристрою
Мікроконтролер	Центральний блок пристрою, який здійснює обробку електричного сигналу первинного вимірювального перетворювача температури та формує електричні сигнали для функціонування блоків пристрою.
Блок цифрової індикації температури	Надання візуальної інформації щодо значення вимірювальної температури у вигляді цифрового коду
Клавіатура	Ввід даних контролю до мікроконтролера щодо величини температури технологічного середовища
Звуковий сигналізаційний пристрій	Надання звукового сигналу при роботі виконавчого реле
Виконавче реле	Реле складається з котушки К1. При надходженні сигналу з мікроконтролера реле керує виконавчими механізмами для регулювання температури.

Блок живлення пристрою реалізований на мікросхемі DA1, на конденсаторах C1...C5 та на діодному мості VD1... VD4, трансформаторі TV1.

Виконавче реле реалізоване на транзисторному ключі: транзистор VT4 – резистор R14, та реле К1, контакт якого нормально замкнений, включений до коло живлення котушки електромагнітного клапана повернення молока на повторну стерилізації. Для захисту схеми від ЕРС - самоіндукції, яка з'являється в процесі комутації обмотки реле, паралельно її обмотці підключений діод VD5.

Блок цифрової індикації температури зібраний на резисторах R2... R8, транзисторах VT1...VT3 та на трьох світлодіодних індикаторах HG1.

Для ручного вводу даних та керування пристроєм схемою передбачена клавіатура на 3 клавіші: SB1«+», SB2«-», SB3«ок».

Звуковий сигналізаційний пристрій реалізований на резисторі R15, транзисторі VT5 та сирені BR1.

Оцінкою надійної роботи пристрою є інтенсивність відмов його окремих елементів, яка визначається за формулою [7]:

$$\lambda_{\Sigma} = k \cdot \sum_{n=1}^{i=1} \lambda_i, \quad (1)$$

де λ_i – інтенсивність відмов i - елемента, $1/\text{год}$;

k – коефіцієнт, що враховує вплив навколишнього середовища;

$k = 10...15$; [7].

Час роботи до відмови визначається за формулою:

$$T_p = \frac{1}{\lambda_{\Sigma}} \quad (2)$$

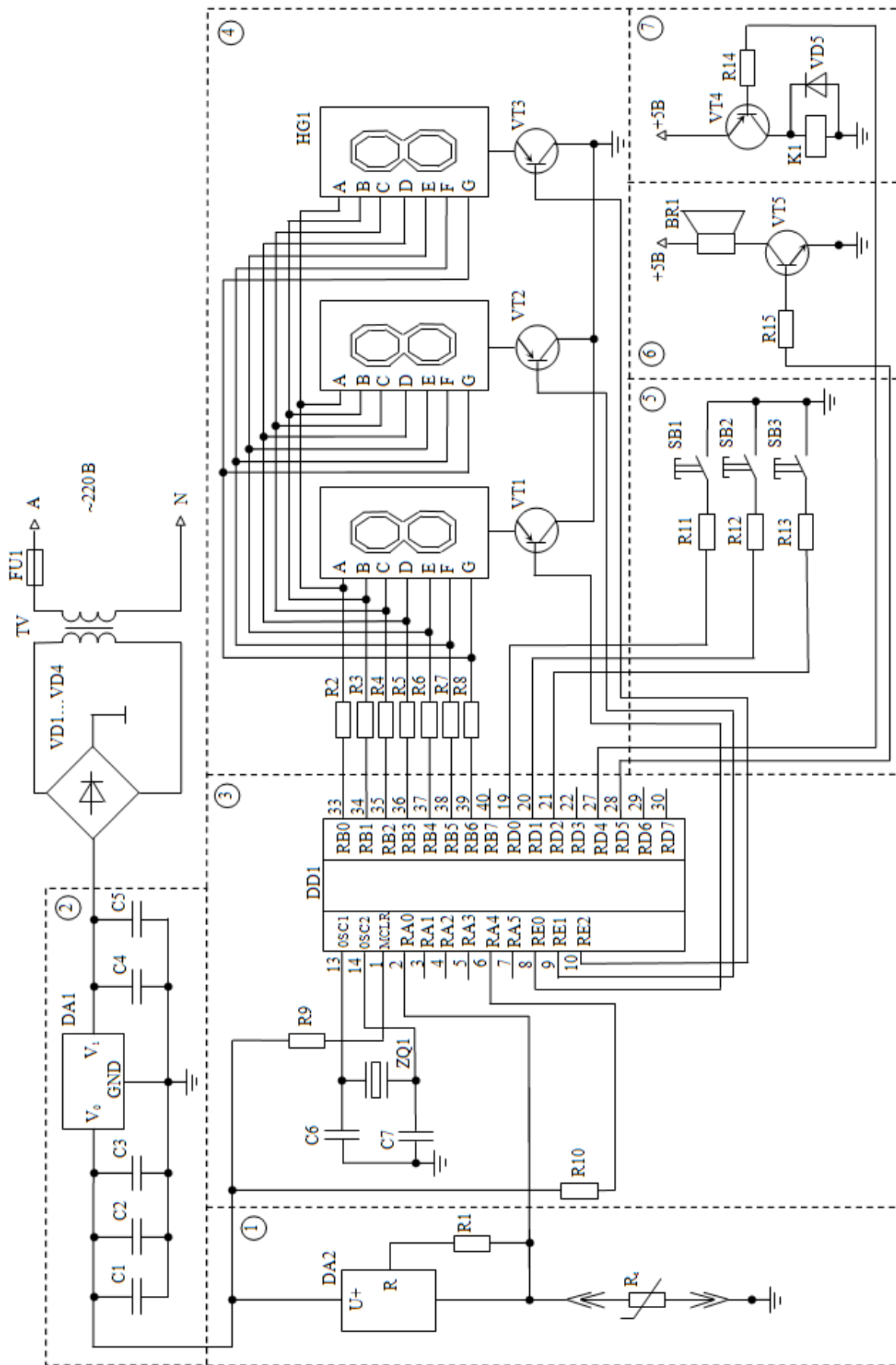


Рис.2. Принципова електрична схема пристрою

Ймовірність безвідмовної роботи визначається за формулою:

$$P_{\Sigma}(t) = e^{-\lambda_{\Sigma} \cdot t_x}, \quad (3)$$

де t_x – час роботи, для якого визначаються параметри надійності.

Приймаємо $t_x = 500$ годин.

Інтенсивність відмов i - елемента пристрою наведена в таблиці 2.

Таблиця 2 – Інтенсивність відмов елементів пристрою

Найменування елементів пристрою	Кількість, шт.	Інтенсивність відмов, $\lambda \cdot 10^{-6}, 1/год$	
		i - елемента	групи елементів
Запобіжник	1	0,5	0,5
Кріплення запобіжників	2	0,1	0,2
Діод	5	0,138	0,69
Резистор	15	0,053	0,795
Конденсатор	7	0,12	0,84
Інтегральна мікросхема	3	0,1	0,3
Реле електромеханічне	1	0,25	0,25
Трансформатор	1	0,17	0,17
Транзистор	5	0,5	0,25
Вимикач	3	0,25	0,75
Усього			4,745

Інтенсивність відмов пристрою дорівнює:

$$\lambda_{\Sigma} = 10 \cdot 4,745 \cdot 10^{-6} = 0,000047451/год$$

Час роботи пристрою до відмови визначається за формулою:

$$T_p = \frac{1}{0,00004745} = 21075 \text{ годин}$$

Ймовірність безвідмовної роботи пристрою дорівнює:

$$P_{\Sigma}(t) = e^{-0,00004745 \cdot 500} = 0,94$$

Висновок. Застосування розробленого цифрового пристрою контролю та регулювання температури технологічних середовищ дозволить підвищити точність процесу вимірювання температури та зменшити час для отримання вимірювальної інформації щодо температур об'єктів.

Список використаних джерел.

1. Бычковский Р.В. Приборы для измерения температуры контактным способом / Под. ред. Р.В. Бычковского. - Львов: Издательское объединение «Вища школа», 1979 с. – 226 с.
2. Дорожовець М. Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т. / М.Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик; За ред. Б. Стадника. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 532 с.
3. Гордов А. Н. Основы температурных измерений. / А.Н.Гордов. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 304с.
4. Саченко А. А. Измерение температуры датчиками со встроенными калибраторами. / А. А.Саченко, В. Ю. Мильченко, В. В. Кочан. - М.: Энергоатомиздат, 1986. – 96 с.
5. Ратновский В. Приставка для измерения температуры цифровым мультиметром. / В. Ратновский // Радио, - 1996. - № 3. С.18 - 20.
6. <http://www.chipdip.ru/product>. Контроллер температуры цифровой.
7. Мартыненко И.И. Проектирование систем автоматики. / И.И. Мартыненко, В.Ф. Лысенко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 243 с.



Відновлювальні і нетрадиційні джерела енергії

УДК 633.12

ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ДИСТИЛЯТОРНОЇ УСТАНОВКИ ПРИ ОПАЛЕННІ ТЕПЛИЦІ

Москаленко М.О., 22-СЕН,
Євтушенко Д.С. (4 курс),
Попова І.О. к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена розробці теплообмінного пристрою, який дозволить використати теплову енергію дистилятора при опаленні теплиці.

153

Постановка проблеми. Якість води – якість рослин. 75-90 % маси рослин складає вода. Іншими словами, кожний її кілограм – це 750-900 грамів чистої води. Ось чому так важлива якість води, особливо при підкормці рослин шляхом фертигації: сумісництво внесення добрив з поливом.

Перш ніж поливати рослини, необхідно перевірити наступні параметри води: температуру, наявність механічних домішок (насамперед це стосується води з відкритих джерел), показники рН і ЕС, вміст макро- і мікроелементів, а також карбонатних іонів.

Згідно класифікації, що прийнята у Польщі, вода, призначена для нужд овочівництва, розділена на чотири класи.

Клас перший – вода вищої якості. Вона найбільше віддають перевагу при поливі рослин і обов'язкова при поливі декоративних рослин листових, горшечних і на зріз. Частіше всього її отримують шляхом дистиляції або в процесі зворотного осмосу.

Клас другий – вода високої якості. Вона придатна для вирощування рослин в горщиках і на інертних почтових субстратах. Вода такого класу добувається із більшості артезіанських свердловин.

Клас третій – вода низької якості. Її використання у вирощування овочів можливо при рясному поливі (так званому «переливі»), що запобігає сорбцію баластових з'єднань у субстраті. Використання такої води потребує дуже якісного дренажу.

Вода четвертого класу непридатна для вирощування овочів у захищеному ґрунті. Її можна використовувати лише для поливу ланів і садів.

Хімічний склад води, призначеної для потреб овочівництва, дозволяє її класифікувати і, що найбільш важливо, є початковою інформацією для приготування поживної суміші.

Аналіз останніх досліджень. Дуже важливим параметром є реакція води, що визначається водневим показником рН, тому що реакція води визначає засвоєння елементів. Водневий показник рН визначає кількість іонів водню у розчині. В субстратах рН приймає значення від 3 до 10. Дистильована вода, яка є нейтральним розчином, має рН 7, дощова вода – слабо кисла – 6-6,5 рН, розчин лимонної кислоти має 2-3 рН, розчин луги – 13 рН. Вода з відкритих водоймів має показник рН 6,5-8,5, а вода колодезна – 6,6-7,5. Слід пам'ятати, що у випадку з рН різниця на одну одиницю досить суттєва: розчин з рН 5,5 у 10 разів більш кислотний, ніж розчин з рН 6,5

Показник, що сполучає реакцію розчину води, почвового субстрату і поживної суміші є дуже важливим, оскільки визначає засвоєння рослинами різних поживних елементів.

З другого боку на обігрів кожного гектару теплиць в середньому використовується 1500 т умовного палива за сезон. У структурі собівартості овочів, що вирощуються в зимових теплицях, затрати на обігрів складають 35-40 %. Тому при виборі способів обігріву для конкретних умов необхідно в першу чергу ураховувати економічність, простоту і зручність експлуатації обігріву у захищеному ґрунті.

Поєднання задач виробництва якісної дистильованої води для виробництва поживних сумішей для поливу рослин і використання теплової енергії, що виділяється при дистиляції води на опалення теплиці є актуальним.

Мета статті. Розробка пристрою для використання теплової енергії, що виділяється при охолодженні нагрітої пари дистильаторної установки, при опаленні теплиці. У відповідності з вказаною метою були поставлені наступні задачі:

1. Вивчити методи і способи отримання дистильованої води.
2. Ознайомитися з засобами і пристроями для отримання дистильованої і питної води з нейтральним водневим показником рН.
3. Розробити конструкцію теплообмінного пристрою, для передачі теплової енергії від пристрою для дистиляції води до теплоносія обігрівальної системи.

Основні матеріали дослідження. Метод дистиляції води на сьогоднішній день є самим ефективним методом очистки води. Принцип роботи складається в застосуванні процесу випарювання, під час якого, вода позбавляється від усіх домішок.

Вода поступає в перегінний куб і доводиться в ньому до кипіння. Пар конденсується і збирається у спеціальній ємності. Отриманий дистилат не містить ніяких домішок. Вода для дистиляції може бути будь-якої якості: як водопровідна, так і колодезна (вона потребує додаткової підготовки).

Вода, що отримується в процесі такої очистки, не повинна містити сульфатів, нітратів, нітритів, вуглецю діоксиду, солей кальцію, хлоридів, важких металів. Допустимим є невелика кількість аміаку – не більше 0,00002 %. Колір, запах і смак у такої води повністю відсутній, баланс рН в границях 6,8-7.

Дистилятори відрізняються конструктивними особливостями, способом нагріву води і продуктивністю. Використовують пристрої різних конструкцій: огньовий (ДО), електричний з водопідготувачем (ДЕВ), аквадистилятор електричний з водопідготувачем і збірником (ДЕВЗ) та інші.

Потужність і об'єми отриманого дистилату можуть значно різнитися, що дозволяє вибрати найбільш підходящу модель для конкретних потреб господарства.

Сучасні прибори дистиляції дозволяють отримати холодний і гарячий дистилат, що робить їх незамінними у виробництві високонасичених розчинів.

Серед промислових дистильаторів найбільш популярні дистильатори ДЭ-4, ДЭ-10 і ДЭ-25, з продуктивністю, відповідно 4, 10 і 25 літрів за годину.

Додатковим обладнанням до дистильатора можуть бути: водозбірники для зберігання дистилату, пристрої для відключення дистильатора при наповненні водозбірника.

Робота електричного дистильатора заснована на конденсації ретельно відсепарованого пару. Конструктивна схема електродистильатора води наведена на рис.1. Водопровідна вода поступає у випарник 1 (випарювальну камеру) і нагрівається електронагрівачем 2 до кипіння.

Утворений пар проходить через ряд сепараторів 5 і попадає на стінки конденсатора 4, що розташований конденсаторній камері, у якій охолоджується зовні водопровідною водою. Пар конденсується, створюється дистильована вода, яка збирається у збірнику води.

Дистилятори, як правило, складаються з камери випарювання, охолоджувача, електронагрівачів, сепараторів, датчиків рівня. Електричні дистильатори мають електронний блок керування, що дозволяє автоматизувати процеси і прискорювати процес виробництва очищеної води. Аквадистилятори повністю автоматизовані пристрої з високим рівнем захисту. Корпус виконаний з високоякісної нержавіючої сталі, яку легко зовні обробляти дезінфікуючими розчинами або миючими засобами.

Високий рівень безпеки і велика продуктивність дозволяють з успіхом використовувати їх у різних сферах господарства. Технічні характеристики електричних дистильаторів наведені у додатках.

Технічний обігрів теплиць за допомогою труб з гарячою водою – один з варіантів найбільш простого, дешевого і поширеного способу обігріву теплиць, так званий спосіб обігріву за допомогою трубної системи з гарячою водою. Така система має ряд своїх вад, але вона вельми поширена і відносно доступна (дешева). Водяний обігрів найбільш поширений при обігріві повітря і ґрунту в теплицях. В якості теплоносія використовують гарячу воду температурою від 30 до 130 °С, яку отримують від ТЕЦ, власних котельних, відходів промислових підприємств. Температура теплоносія в межах 30...35 °С в утепленому ґрунті, 40...60 °С у парниках, весняних теплицях, 65... 130 °С у зимових теплицях.

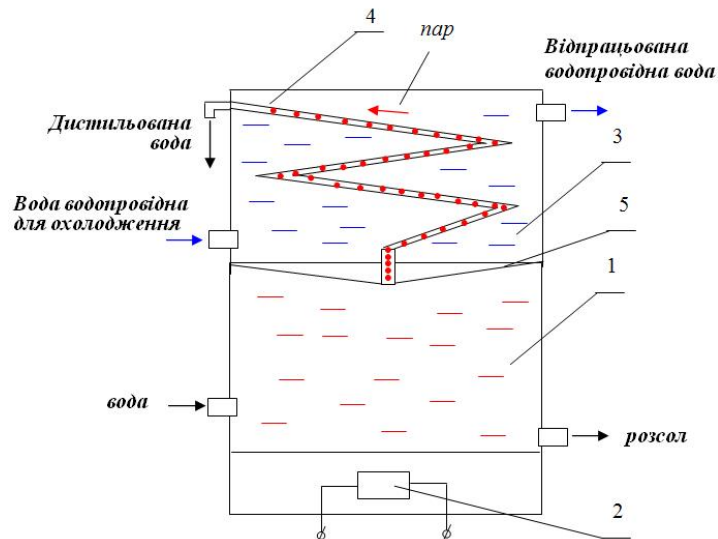


Рис. 1. Конструктивна схема електродистиллятора води: 1 – випарна камера; 2 – електронагрівач; 3 – конденсаторна камера (охолоджувач), 4 – конденсатор, 5 – сепаратор

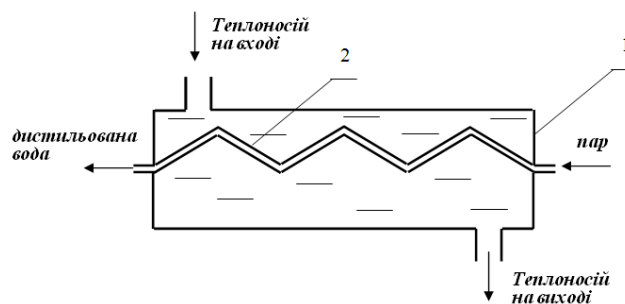


Рис. 2. Конструктивна схема теплообмінника: 1 – конденсаторна камера; 2 – конденсатор

Розподіл води здійснюється за допомогою гладких сталевих або пластмасових труб. Водяний обігрів має високі агроексплуатаційні і економічні показники — рівний і легко регульований режим, низьку трудомісткість, високий коефіцієнт використання тепла (65...70 %), такий вид опалення безпечний для людей і рослин. Для використання тепла, що виділяється дистилляторною установкою під час виробництва дистилляту, для опалення приміщення, можна застосувати теплообмінник (рис.2).

В якості конденсаторної камери теплообмінника може бути застосована труба, діаметром 100 мм, з боків герметично закрита кришками. У середині конденсаторної камери знаходиться конденсатор, виконаний з нержавіючої сталі, кінці якого через отвори в кришках приєднані з одного боку до випарника дистиллятора, а з іншого боку до збірника дистильованої води. В якості охолоджуючої рідини в теплообміннику використовується теплоносій опалювальної системи. Для цього в теплообміннику є два отвори, через один з яких теплоносій подається в конденсаторну камеру, а через другий виводиться в загальну опалювальну систему.

Для визначення конструктивних розмірів теплообмінника, потрібної довжини і перерізу конденсатора потрібен теплотехнічний розрахунок.

Висновок. Теплова енергія від дистилляції води у дистилляторній установці може бути використана для підігріву теплоносія при опаленні теплиці.

Список використаних джерел.

1. Остапчук М.В. Система технологій опалення об'єктів /М.В. Остапчук, А.І. Рибак: навчальний посібник. –К.: ЦУЛ, 2003.– 580 с.
2. Зайцев О.Н. Проектирование систем водяного отопления / О.Н. Зайцев, А.П. Люберец: пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических ВУЗов. – Киев - Одесса, – 200 с.

УДК 621.389.002.84

ВІРШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННИХ ВИРОБІВ

Генсицький М.В. (2 курс),
Вороновський І.Б., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розглянуто варіанти переробки та утилізації мобільних телефонів

156

Постановка проблеми. З кожним роком зростає кількість користувачів мобільних телефонів. Виходячи з цього, зростає і кількість мобільних телефонів. Дивлячись на те, що середній термін служби мобільного телефону становить 3-4 роки-ця проблема є актуальною на сьогоднішній день. Виробництво мобільних телефонів процес досить складний і високотехнологічний. Стільниковий телефон на 45% складається із пластику, 20% припадає на мідь і ще 20% на інші метали, на керамічні матеріали 10% і 5% інші речовини (рис. 1). Для того щоб зібрати всі ці елементи воєдино в одному апараті необхідна величезна кількість енергії, не рахуючи витрат на транспортування. Всі ці фактори негативно впливають на екологічну обстановку у всьому світі.

Аналіз останніх досліджень: Результати останніх проведених досліджень показують, що зростання обсягів електронних відходів в три рази вище зростання обсягів побутових відходів. Проблеми утилізації мобільних апаратів в різних країнах вирішуються *по-різному*.

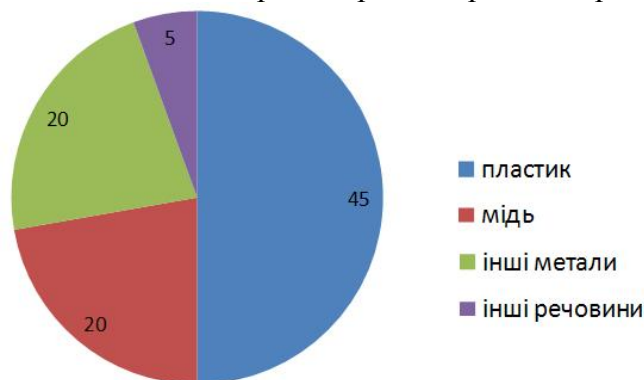


Рис. 1. Склад мобільного телефону

Сьогодні виробництво апаратів мобільного зв'язку сконцентровано в основному в країнах Азії, головним чином, в Китаї. Це пов'язано зі сприятливою інвестиційною політикою цих країн, а також відносно невисокими екологічними вимогами при виробництві. Однак сировину для виробництва припадає зазвичай транспортувати за тисячі кілометрів. Велика кількість телефонів по закінченні терміну служби відправляється в Африканські країни і ті ж країни Азії, там ці товари користуються великим попитом у невибагливого населення і експлуатуються ще пару років, а потім потрапляють на нелегальні звалища, не покращуючи, природно, екологічну обстановку.

Мета: розгляд та дослідження варіантів переробки та утилізації мобільних телефонів.

Основна частина: Практично всі апарати, що потрапляють на звалища, містять компоненти, що відносяться до категорії проблемних. Серед них відомі своєю токсичністю свинець, ртуть, хром і кадмій. Втім, і звичайна пластмаса (з якої телефон складається мало не на 50%) не прикрашає природного ландшафту.

До честі виробників, вони не закривають очі на проблему. Мабуть, найбільш активну позицію в цьому питанні займають скандинави - Nokia і Sony Ericsson. В останні роки вони безперервно ведуть дослідження, мета яких - створення екологічно нешкідливих стільникових апаратів. Панацея поки не знайдена, але певні успіхи в наявності.

Наприклад, за аналогією з прийшли в непридатність автомобілями застарілі або зламані трубки пропонується використовувати вдруге: у якості сировини, запчастин і т. д. Даний

процес - recycling - отримує сьогодні все більшого поширення. У себе на батьківщині Nokia організувала цілу мережу приймальних пунктів (близько 70), куди споживачі можуть при бажанні повернути відслужили своє мобільники. Для прийому апаратів там встановлюють спеціальні сміттеві відра. Коли відро наповнюється, трубки вилучають і відправляють на переробку в центри рециркуляції.

За словами співробітників Nokia Mobile Phones, подібні служби створюються зараз у всьому світі. В одних регіонах фінська фірма займається recycling'ом самостійно, в інших - спільно з муніципальною владою (в Нідерландах, Норвегії) або промисловими союзами (в Австралії).

Утилізувати, а вірніше переробляти легальним способом таку техніку, в принципі можливо, це дозволило б повертати близько 9% витраченої енергії. Дуже важлива утилізація упаковки даних пристроїв. Якщо переробка картону та легких пластиків в більшості країн не є особливою проблемою, то в процесі переробки самого телефону вдається переробляти від 65% до 80% матеріалів, які можна повторно використовувати. Проблема полягає в тому, що не всі виробники беруть участь у переробці своїх товарів. Розбирання стільникових телефонів і подальша сортування матеріалів досить складна задача, спробуйте розібрати вручну свій, яка прийшла в непридатність мобільний апарат, якщо вам раніше ніколи не доводилося цього робити, то вам стане зрозуміло, наскільки це складно. А тепер уявіть, постійно зростаючу кількість тих, що відслужили свій термін мобільних апаратів, які вимагають переробки. Якби виробники таких пристроїв брали участь у процесі переробки, надаючи необхідні технології і варіанти сортування матеріалів, було б набагато простіше.

Сьогодні більшість людей не здає свої мобільники на утилізацію, тільки 3% населення утилізують свої телефони за всіма правилами. Близько 45% застарілих моделей залишаються у користувачів в якості запасного, що називається "на всякий пожежний" випадок, більшою мірою це відноситься до досить старим моделям. (рис. 2) На момент виробництва цих мобільних пристроїв вони коштували великих грошей і вважалися елементом престижу, тому людині важко з ними розлучатися, за безцінь продавати їх не хочеться, вартість їх в скупці не перевищує \$ 10 .



Рис.2. Шлях телефону після завершення служби.

До того ж такі апарати мають одну незаперечну перевагу, у них досить міцний корпус, а якщо ще й вдасться дістати на такі моделі новий акумулятор, то такий телефон майже завжди залишається в якості запасного.

Набагато складніше з телефонами більше нових років випуску, вартість цих апаратів у перекупників невисока, не перевищує \$ 40, найчастіше їх купують на запчастини, особливо цінні деталі виймаються, а все інше знову ж потрапляє на звалище.

На сьогоднішній день в світі налічується близько трьох мільярдів власників мобільних телефонів. Якби кожен з них утилізував за всіма правилами екологічної безпеки, хоча б по одному відслужив своє апарату, вдалося б скоротити вживання матеріалів на 240 000 тонн, виділення парникових газів в атмосферу можна було б скоротити на величину, порівнянну з виділенням вихлопних газів чотирма мільйонами автомобілів .

Саме величезне в світі звалище на Стейтен-Айленді (поблизу Нью-Йорка) за 53 роки свого існування зайняла площу понад 2000 акрів (приблизно 800 га - майже в три рази більше нью-йоркського Центрального парку) і піднялася місцями до 70 м над рівнем моря. Під тиском громадськості смітник недавно законсервували, але питання, куди подіти відходи (в

тому числі промислові), залишається відкритим. Над його рішенням б'ються багато компаній, наприклад концерн Ericsson. Шведи провели дослідження на ринках Європи, Японії та США і опублікували програму переробки телекомунікаційного обладнання для цих регіонів (Recycling of telecommunication products in Europe, Japan and USA).

У документі Sony Ericsson розглядає два ключових сценарію утилізації: ручний демонтаж і «шатківницю». Якщо перший метод не вимагає особливих пояснень, то на другому варто зупинитися докладніше. Він носить експериментальний характер і заснований на механічному подрібненні електронних відходів під пресом. Отримана таким чином маса проходить через магнітний роздільник, що притягає залізні частини. Після чого спеціальний повітряний фільтр допомагає відокремити кольорові метали від пластику і т. д.

Не вдаючись у нюанси шведського дослідження, скажімо, що зараз ставка робиться на «шатківницю». Дана технологія економічно вигідніша. Дохід від повторного використання металів становить близько \$ 5 з кожного приймача. При цьому його ручне розбирання і транспортування до місця переплавлення обходиться приблизно в стільки ж. А ось вартість «шатківниці» істотно дешевше - всього \$ 0.2-0.3.

В залежності від специфіки регіону і конкретного завдання Ericsson рекомендує поєднувати обидва методи, так як це дозволить скоротити число відходів і повторно використувати те, що можна (наприклад, золото, срібло, мідь, паладій).

Незважаючи на очевидні достоїнства, рециркуляція у своєму нинішньому вигляді не вирішує проблему на сто відсотків. Один з каменів спотикання - утилізація пластику, з якого зроблений корпус трубки, її клавіатура і т. д. Пластмасу складно відокремити від усіляких домішок для переплавлення, а спалювати або закопувати її - шкідливо для екології. Тому виробники трудяться зараз над створенням більш дружніх навколишньому середовищу матеріалів.

Зокрема, Nokia займається подібними дослідженнями в рамках проекту Design for Environment (DfE). Причому безуспішно. Нещодавно з'явилося повідомлення про те, що фінські інженери мають намір протягом найближчих років представити на суд світової громадськості біорозкладні мобільні телефони. Звичайно, розкладатися вони будуть не в руках і не в кишені власника, а в строго відведених місцях.

Випробування екологічних корпусів уже ведуться. Однак розробникам поки не вдається знайти серед полімерних матеріалів такі, які були б досить міцними (на жаль, на трубках легко з'являються подряпини). Скептики до того ж припускають, що біорозкладні корпуси почнуть приходити в непридатність раніше «начинки» апарата, піддаючись навалі різних грибків і бактерій. Наскільки побоювання виправдані, говорити рано. Але якщо удача таки посміхнеться фахівцям Nokia, значення їх відкриття буде важко переоцінити.

На жаль, утилізація стільникових телефонів в більшості країн належним чином не налагоджена, в першу чергу, це відноситься до країн колишнього СРСР, країнами Азії та Африки, а в результаті страждає екологія всієї планети. Якщо навіть обмежити кількість шкідливих викидів в деяких країнах, це проблему не вирішить. Елементи, що забруднюють навколишнє середовище, здатні мігрувати по воді і по повітрю навіть на інший континент. Тому проблеми забруднення навколишнього середовища є нашими спільними проблемами в глобальному сенсі. Їх рішення - завдання всіх держав і кожної людини окремо, всіх тих, хто думає не тільки про своє майбутнє, але й про майбутнє своїх дітей.

Технологічний процес переробки стільникових телефонів складається з наступних етапів:

1. Сортування. Мобільні пристрої, звалені в одну загальну купу, розбирають і сортують за марками та моделями. Відсортовані телефони розкладають по окремих пластиковим контейнерами.

2. Демонтаж. Всі складові мобільного телефону (друковані плати, корпуси, батареї) відокремлюють один від одного. При цьому такий токсичний елемент будь-якого стільникового телефону як батарея, вимагає особливо обережного поводження з боку утилізаторів і, як правило, згодом транспортується на спеціалізоване підприємство, що займається «захороненням» батарей в певних місцях.

3. Робота з елементами, що містять дорогоцінні метали. Утилізація стільникових телефонів припускає спеціальну обробку електронних плат та інших складових мобільних апаратів, що містять золото і срібло. Весь процес відбувається в окремому приміщенні, де фахівці витягують з телефону всі мікросхеми і акуратно відокремлюють контакти, містять золото. Здобуті з «стільникового» брухту дорогоцінні метали відправляються згодом на спеціалізоване підприємство.

4. Роздрібнення. В результаті роздрібнення плат і складових корпусів самих різних стільникових телефонів виходить однорідний по своїй структурі концентрат. Готує концентрат дробильна машина, відповідальна за перетворення елементів мобільних пристроїв в невеликі частинки. Згодом концентровану суміш за допомогою молота перетворюють на пил, роздувається на пластмасову фракцію і металевий порошок. Порошок відправляється на підприємства, де виконується відділення всіх корисних елементів, у тому числі і дорогоцінних металів, а пластмасова фракція відвозиться на заводи, що займаються виробництвом покриттів для доріг.

Висновки: Молода індустрія стільникового зв'язку непокоїть екологів особливо. В першу чергу тому, що трубок випускають багато (майже 500 млн в рік), а життєвий цикл у них короткий. За статистикою - від восьми до десяти місяців. Звичайно, власники не поспішають позбавлятися від своїх телефонів. Але коли на зміну застарілим моделям приходять більш зручні і цілком доступні за ціною новинки, мало хто встоїть перед спокусою. У підсумку - вживані мобільні тоннами відправляються на звалище. Коментуючи ситуацію, виготовлювачі ремствують на капризи користувачів, що вимагають все нових функціональних та дизайнерських чудес. Безумовно, справа не тільки в цьому. Великий вплив на швидкість розробки моделей робить конкуренція між виробниками. Відмова від вдосконалення технологій була б рівноцінною для кожного з них сходом з дистанції.

Список використаних джерел.

1. Милицькова Е.А. Биоразлагаемые пластики и методы определения биоразложения / Е.А. Милицькова // Ресурсосберегающие технологии: экспресс- информация / ВИНТИ.– М., 1998
2. Милицькова Е.А. Рециклинг отходов/ Е.А. Милицькова // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды: обзорная информация / ВИНТИ. – М., 1997
3. Техника защиты окружающей среды / А.И. Родионов, В.Н. Клущин и др. –М., 1989. – 512 с.

УДК 504. 064.4

ВТОРИЧНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ: ПРЕВРАЩЕНИЕ МУСОРА В ИСКУССТВО

Левада Т. В. (3 курс),
Вороновский И.Б. к.т.н., доцент

Таврический государственный агротехнологический университет

Рассматривается вторичное использование бытовых отходов в современной искусстве, а также примеры уже известных треш-художников.

160

Постановка проблемы. Одна из, несомненно, первостепенных проблем нашей современности заключается в решении вопросов, связанных с утилизацией и переработкой отходов, в частности твёрдых бытовых отходов (ТБО).

Основными путями решения данных вопросов по-прежнему остаются утилизация мусора путем организации свалок и специальных захоронений, сжигание отходов, а также более оправданная с экологической точки зрения вторичная переработка и использование отходов.

В отличие от Украины и стран СНГ, в которых вторичная переработка все еще во многих сферах является новшеством, для США и европейских стран не нова идея о том, что отходы обладают собственным ресурсным потенциалом, вследствие чего необходимо не их тотальное уничтожение любыми возможными и зачастую небезопасными для окружающей среды способами, а напротив использование, извлечение пользы из мусора. В связи с выше приведенными положениями уместна вариация известной поговорки: «новое - это не только хорошо забытое, но и хорошо переработанное старое».

Анализ последних исследований. Необходимость переработки отходов в нашей стране обусловлена не только деятельностью заводов и предприятий, каждый средний украинец по официальным данным производит за год около 220-250 кг ТБО, при чем жители больших городов даже больше— 330-380 кг за год [1].

Между тем обстоятельства таковы, что вместе с усилением внимания к проблеме утилизации и переработки отходов, производимых человечеством, их количество продолжает возрастать. Особенно угрожающей выглядит ситуация с отходами для уже больших городов, в которых трущобные районы буквально погребены в мусоре. Ярчайший и по праву ужасающий пример Кибера. Одни из самых крупных по размерам трущоб в Африке с населением около 200 тыс. человек. Кибера находится на окраине столицы Кении Найроби. Здесь местные жители живут прямо посреди гор мусора и отходов всевозможного происхождения.

Цель статьи - рассмотреть вторичное использование бытовых отходов в современной искусстве, а также примеры использования отходов известными треш-художниками.

Основные материалы исследования. Вторичное использование отходов, насущная необходимость в котором так ярко проглядывается, хотя и является одним из наиболее ресурсосберегающих способом переработки, имеет ряд ограничений, которые связаны с нерентабельностью данного пути утилизации в экономическом, а нередко и в экологическом плане. Тем не менее, есть способы снятия и этих ограничений.

Одним из творческих путей решения проблемы вторичного использования отходов является создание из отходов новых полезных бытовых предметов и даже больше, превращение мусора в искусство (рис. 1).

Одним из первых представителей искусства, воплотивших в своем творчестве идею использования мусора, зачастую называют Курта Швиттерса (1887 – 1948) [2]. Именно он, создавая свои коллажи, применял взамен типичных художественных материалов совершенно неожиданные и уж тем более нехудожественные: шнурки и веревки, крышки от консервных банок, использованные билеты общественного транспорта, куски старых афиш и др. Со временем у Швиттерса появился ряд последователей. Среди них наиболее известны: Арман, Дэмиен Херст, Тони Крэгг и др.



Рис. 1. Простая схема использования мусора для декорации

Для многих других представителей искусства прошлого и нашего XXI века мусор становится одним из важнейших выразительных средств, который успешно соперничает с традиционными для живописи и скульптуры материалами. Да и сама тема превращения мусора в искусство приобрела значительную популярность и дальнейшее развитие. Идея создания из отходов арт-объектов продолжает находить массу все более и более творческих воплощений.

Среди современных творцов объектов искусства из мусора можно назвать следующие известные имена: Вик Муниз, Том Денингер, Нек Чанд Саин), Элизабет Ландбер), Чарльз Кауфман, Гуггер Петтер, Ха Шульц, Тим Ноубл и Сью Вебстер.

К примеру, творчество арт-дуэта Тима Ноубла и Сью Вебстера заключается в совмещении трэш-арта и театра теней [3]. Британские художники пропускают свет сквозь груды разнообразного мусора, самых настоящих отходов, создавая благодаря свету прожекторов удивительные теневые портреты и фигуры. (рис. 2)

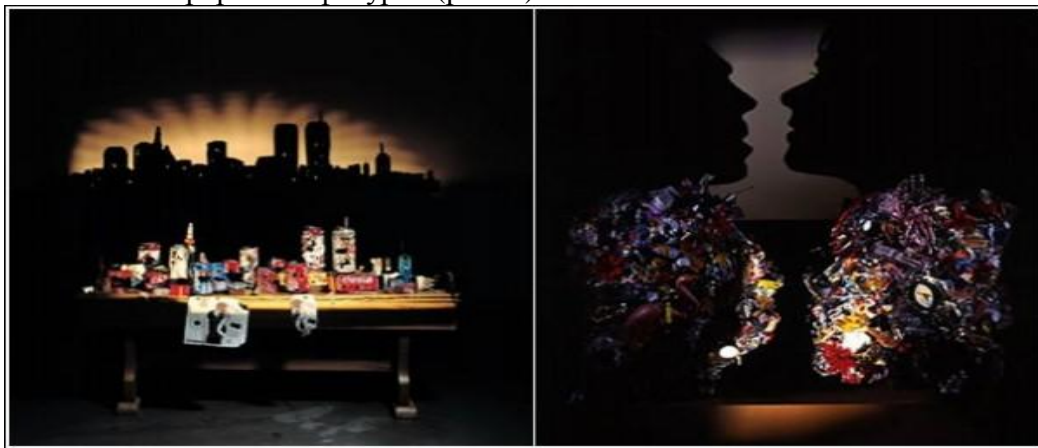


Рис. 2. Театр теней

Индийский художник-самоучка Нек Чанд Саини известен благодаря созданию парка скульптур из самых разнообразных материалов общей площадью 160 000 м² в индийском городе Chandigarh.

«The Trash People» (или «Schrottmarmee» на немецком) – это масштабный арт-проект ХА Шульца. Армия, целиком и полностью состоящая из мусора, регулярно появляется в различных местах нашей планеты. Каждый год автор выбирает новое место и выстраивает там своих солдат ровными шеренгами. Несмотря на то, что это армия, ее намерения дружественные, но непоколебимые. ХА Шульц не считает использование мусора в своих проектах чем-то недостойным и зазорным. Он отмечает, что в настоящее время художники как никогда свободны в выборе материалов для творчества. «На протяжении трех последних десятилетий бытовые объекты оказывали все более сильное влияние на искусство, и искусство стало откликаться на ежедневные проблемы все быстрее и быстрее. Ни в какое другое время не существовало столь тесного диалога между искусством и повседневной жизнью». Проект «The Trash People» стартовал в 1996 году в немецком городе Ксантен. Тогда же у автора родилась идея путешествовать со своей армией по всему миру. С тех пор солдат из мусора можно было увидеть в Москве и Париже (1999 год), на Великой китайской стене (2001), рядом с египетскими пирамидами (2002), в швейцарском замке Килкенни (2003), Брюсселе (2005), Кельне (2006), Риме и Барселоне (2007), Нью-Йорке (2008). В этом году странная армия высадилась среди льдов Антарктиды (рис. 3).



Рис. 3. «The Trash People»

Что же хочет сказать автор своим проектом? В принципе, все просто. Люди, состоящие из жестяных банок, обломков электроники и другого мусора – это критическое отображение нашего сегодняшнего общества.

Одним из интересных примеров, когда мусор превратился в настоящую достопримечательность, является «Стеклянный пляж» в городе Форт Брэгг, штат Калифорния, он относится к национальному парку МакКеррихер [4]. Это на самом деле пляж, который покрыт тысячами стеклянных камешков разнообразных форм и оттенков. Однако история появления столь удивительного места в экологическом плане трагична. Со середины XX века жители соседнего города выбрасывали на территорию пляжа бытовые отходы (включая старую бытовую технику, стекла и даже автомобили), вследствие чего место превратилось в свалку. В 1967 году пляж был закрыт городскими властями. Далее последовали длительные и кропотливые программы по очистке пляжа. Тем временем, оставшиеся осколки стекол отполировались волнами и превратились в цветные камешки, которыми теперь сплошь усыпан пляж, привлекая все новых туристов. Таким образом, из экологической катастрофы возникла туристическая достопримечательность.

Вывод. В заключение приведенных примеров по возможностям вторичной переработки отходов, можем подытожить, что помимо упомянутых мастеров превращения мусора в настоящие произведения искусства, обозначенную стратегию может взять на вооружение каждый. Благодаря рачительности и творческому подходу возможно и в повседневной жизни превращать мусор в полезные вещи либо предметы искусства.

Список использованных источников.

1. Матвеев В. Как сжечь мусор «по-европейски»? // Україна Комунальна. – 13 февраля 2012 г. Режим доступа: <http://jkg-portal.com.ua/ru/publication/one/jak-spaliti-smttja-po-jevropejski>.
2. Гончаренко Н. Искусство мусора // Источник: Молодежный журнал «Новый Ковчег». Режим доступа: <http://www.coll.spb.ru/public/172.php>.
3. Сайт Британского музея. – Режим доступа: http://www.britishmuseum.org/whats_on/past_exhibitions/2008/statuephilia/noble_webster.aspx.
4. Серединская Д. Стеклянный пляж. – National Geographic (23 мая 2012). – Режим доступа: <http://www.nat-geo.ru/news/979/>.

УДК 631.17

ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИБОРІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Пешков М.О. (4 курс),

Лисенко О. В., к.т.н., доцент, Адамова С.В., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті проведено аналіз впровадження екологічно чистих енергозберігаючих технологій та пристроїв для підвищення продуктивності та якості сільськогосподарських біологічних об'єктів, а саме переробка тваринницького посліду в різні види енергії.

163

Постановка проблеми. Енергозбереження з кожним роком стає все більш актуальною проблемою. Обмеженість енергетичних ресурсів, висока вартість енергії, негативний вплив на навколишнє середовище, пов'язані з її виробництвом, всі ці фактори мимоволі наводять на думку, що розумніше знижувати споживання енергії, ніж постійно збільшувати її виробництво, а значить, і кількість проблем. У всьому світі вже давно не тільки постійно ведеться пошук шляхів зменшення енергоспоживання за рахунок його раціонального використання, але й досить ефективно застосовується. У нашій країні цьому питанню приділялася недостатня увага. Тим не менше, кілька років тому і в нас почалося формування такого поняття, як енергозберігаюча політика [1].

Аналіз останніх досліджень. Збереження енергії - найбільш обіцяючий шлях до вирішення в найближчій перспективі проблем нестачі викопного палива для виробництва та переробки сільськогосподарської продукції. По суті справи, в останні роки сільськогосподарське виробництво здійснювалося в "борг", за рахунок експлуатації природного потенціалу землі, без його відновлення сільське господарство стає все більш вразливим до перепадів погодних умов, все більш нестійким і важкопрогнозованим. Отже, без організації товарного виробництва на базі енергоресурсозбереження не може бути нормального вітчизняного ринку продовольства, зорієнтованого на масового споживача.

У світлі всього вищезазначеного виділяються два шляхи енергозбереження: використання первинних і вторинних енергоресурсів. Причому при використанні первинних джерел енергії, що утворилися в результаті геологічного розвитку землі, головний упор необхідно зробити на використання первинних поновлюваних джерел енергії (використання енергії сонця, вітру, припливів-відливів, геотермальної енергії і т.д.) інакше, альтернативних джерел енергії. У даному випадку передбачається альтернатива використанню первинних невідновлюваних джерел енергії (вугілля, нафта, газ, слюда, сланці і т.д.) [2].

Мета статті. Оцінити ефективність впровадження різноманітних біоустановок та устаткування в агропромисловому комплексі для отримання альтернативного джерела палива та економії електроенергії, тепла та інших видів енергії і забезпечення економічної діяльності різноманітних сільськогосподарських підприємств.

Основні матеріали дослідження. Агропромисловий комплекс України налічує велику кількість різноманітної худоби яка і є об'єктом для біопалива, а точніше продукти їх життєдіяльності є дешевою біосировиною для альтернативного палива [3].

Розглянемо технологію, що дозволяє переробляти гній, відходи тваринництва, послід, в синтетичний або генераторний газ - суміш СО і Н₂ з теплотворною здатністю 1200 ккал – альтернативу природному газу, мазуту та вугілля в парових котлах, дизельному паливу в дизель-генераторах. Синтез-газ з установок утилізації гною - універсальна сировина для виробництва продуктів органічної хімії, включаючи моторні палива (бензин та дизельне паливо) другого покоління.

Таке виробництво є ідею зваженої взаємодії з природою при утилізації і переробці гною - відходів свиноферм, тваринницьких комплексів, а також способом об'єднання декількох виробництв в високоефективну технологічну лінію в повністю безвідходному циклі, у

відповідності з найсуворішими вимогами природоохоронного законодавства - Локальний енергетичний комплекс (ЛЕК).

Застосовувані унікальні технічні рішення дозволили створити технологічну лінію з нульовим викидом, переробку в різні види відходів тваринництва - гній свиноферм, гній рогатої худоби з різною вологістю, аж до 90%. Автономні, модульні, мобільні, в габаритах 6 і 12-ти метрового морського контейнера - установки не вимагають підключення до інженерних мереж, складних підготовчих будівельних робіт та пуско-наладки.

Опис технологічного процесу переробки гною модулем ЛЕК-4500Н з отриманням електричної і теплової енергії представлений на рис. 1.



Рис. 1. Схема компонування модуля ЛЕК-4500Н

Вузол газифікації є двоярусним (на рисунку другий ярус не показаний).

Гній, що надходить на переробку, зважується на ваговій платформі (1), розташованій перед приймальним люком. Система робить зважування автоматично. Далі відходи подаються шлюзовим живильником для забезпечення герметичності вакуумного підігрівача на модуль сушіння (2). У модулі сушки гній з вихідною вологістю 80-90% і температурою 200С надходять в вакуумний підігрівач конденсаційного типу, де при тиску 0,07 МПа доводиться до температури кипіння 390С. Випаровування вологи (18% вологи яку необхідно видалити для зниження вологості до 15%) відводиться водокільцевим насосом, що створює розрядження. Далі підігрітий і підсушений в першому ступені сушарки гній нагнітається гвинтовим насосом в високотемпературному підігрівачі і рухається під тиском 2,5-3,5 МПа. Тут сировина нагрівається до температури 2240С циркулюючим в сорочці високотемпературним теплоносієм з температурою 2500С.

Потім через дроселюючий патрубок гній розкидається в бак, який знаходиться під атмосферним тиском. Тут при скиданні тиску відбувається випаровування вологи (23% від загальної кількості вологи). Виділена в баку насичена пара поступає на утилізацію в вакуумний підігрівач. Тут він конденсується і охолоджується до температури 600С, віддаючи тепло на сушку гною в першому ступені. Підсушений гній з бака вивантажується шлюзовим живильником в потік сушильного агента (димові газы) витікаючи з теплогенератора і пневмотранспортом подається разом з ним у валкову сушарку.

Після сушіння гній надходить на брикетування (3). Кількість тваринницьких відходів, враховуючи їх вологість, що надходять на брикетування, становить 2,57 тонни в годину. Після брикетування сировина надходить в бункер підготовленої сировини об'ємом 75 м³ (4), який забезпечує добовий запас.

У бункері (4) брикетована сировина пересувається по шнековому каналу (5), по якому маса надходить до реакторів термохімічної конверсії (6) для вироблення пального газу. У бункерах і на лінії сортування створюється розрядження повітря для перешкоди поширенню запахів.

З реакторів парогазова суміш надходить в апарат вихрового газоочищення (7), де очищується від домішок пари, частинок золи і масел. Відібрані з газу домішки автоматично збираються і повертаються в бункер готової сировини на допалювання. Очищений газ надходить на теплообмінний апарат (8), де охолоджується зі 140С до 40С. Далі охолоджений і очищений газ надходить в дизель-генератори (9) для виробництва електроенергії. Вихлопні гази дизель-генератора з температурою 600С збираються і частково спрямовуються в реактори (6), і частково на теплообмінний апарат.

Зола, що утворюється у процесі конверсії витягується з реактора (6) автоматично при температурі 100-120С і надходить у пристрій електромагнітної активації (10) для виділення зі складу золи домішок металів. Розділені зола і метали надходять в накопичувальні бункери об'ємом 1м³. У модулях передбачена звукоізоляція і вентиляція.

Таблиця 1 - Основні характеристики комплексу

Потужність яка споживається	179- 180 кВт/год
Потужність що відається - електрична	2,3МВт
Потужність теплова	4,16 МВт (3,58Гкал)
Виробнича потужність	5700 кг сировини в годину
Габарити	12000x5000x1500
Вага всього комплексу	60 тонн

Вузол прийому підготовки сировини розміщується в перших двох контейнерах і включає:

- 1 модуль прийому вихідної сировини;
- 2 модуль сушіння;
- 3 транспортер подачі сировини на брикетування;
- 4 брикетування;
- 5 бункер зберігання підготовленої сировини.

Конструкцією передбачається повністю герметична лінія прийому і підготовки сировини з моменту надходження відходів на переробку, що виключає розповсюдження неприємних запахів.

Технологія термохімічної конверсії займає лідируючі позиції в сфері переробки і отримання енергоносіїв - за ціною обладнання, виходу товарних енергоносіїв, екологічності та компактності.

Основою технологічної лінії є реактор високошвидкісний високотемпературної конверсії з повітряним дуттям і зверненим відбором газу.

Основні конструктивні елементи реактору:

- 1 гідравлічний прес подачі сировини;
- 2 знімна кришка реактора;
- 3 дуттьові фурми;
- 4 гідравлічний прес відбору золи;
- 5 корпус реактора;
- 6 проточний вентилятор;
- 7 аеродинамічний перетворювач;
- 8 рама.

Основні переваги реакторів:

- Один реактор переробляє 500 кг гною на годину при вологості до 65%. При зниженні вологості сировини продуктивність реактора може досягати 750 кг сировини на годину.
- Модуль комплексу включає п'ять реакторів загальною продуктивністю 2570 кг сировини на годину, що виробляє 4112 м³ пального газу на годину з тепловим еквівалентом 6612 кВт.
- Синтез-газ, вироблений реакторами, придатний для подачі в дизель-генератор, модифікований для роботи на газі або для спалювання у водогрійних котлах.

- Синтез-газ, вироблений реакторами, придатний для спалювання у газовій горілці типу ВНК-16ВА.
- Високий ККД конверсії вуглецю - до 95%, що дозволяє переробляти матеріали з малим вмістом горючих складових (з зольністю до 40%) або з високою вологістю (до 65%);
- Завдяки низькій температурі відбираного газу і зверненого процесу газифікації утворення оксидів азоту, сірки, хлору або фтору йде неактивно, і вміст шкідливих речовин знаходиться в межах ГДК;
- Сірка, присутня в газі в відновлених нелегких формах (H_2S , CO_S), простіше поглинається ніж SO_2 ;
- При конверсії відбувається часткове розкладання азотовмісних органічних сполук у безкисневому середовищі, що дає меншу кількість оксидів азоту в димових газах;
- Зола, що вивантажується з реактора, має низьку температуру, не більше 300С, і практично не містить залишків вуглецю;

Реактор повністю герметичний. Подача бурого вугілля відбувається у верхній частині через пневмопрес, що дозволяє виключити витік газів з робочої зони реактора. Сировина проходить зони підсушування і газифікації.

Для підведення тепла в реактор використовується повітряне дуття. Теплоносій в робочу зону підводиться радіальним вентилятором через ряди фурм, підтримуючи автотермічну реакцію конверсії сировини при обмеженій кількості кисню. На підтримку реакції витрачається не більше 10% сировини.

Перед надходженням в реактор повітря проходить теплообмінник і нагрівається до температури 400С, що збільшує швидкість реакції і зменшує утворення діоксинів. Далі, повітря проходить через аеродинамічний перетворювач, який активує іони в повітрі, і надходить в реактор, сприяючи якісній активізації параметрів процесів.

Основна робоча зона реактора має робочу температуру 1200 С – 1400 С, що дозволяє повністю виділяти вуглець з ефективністю до 95% і переробляти деякі види небезпечних відходів.



Рис. 2. Фото установки ЛЕК 4500

Доцільним є також використання когенераційної установки ЛЕК-100 для переробки деревних та гумотехнічних відходів

Реактор установки змонтований в сталевій рамі або на колісному шасі, в габаритах морського контейнера, що дозволяє транспортувати комплекс до нового місця виробництва і комплектувати установки, що включають від 2-х до 10-ти реакторів потужністю від 1000 до 7500 кг сировини на годину.

Реактор споживає 1500 м^3 повітря в годину. Подача повітря здійснюється проточно радіальним вентилятором. Перед надходженням в реактор повітря проходить через теплообмінний апарат, де нагрівається до температури 400 °С. Підготовлена повітряна суміш поступає в робочу зону реактора через ряди фурм, а саме до вузлу кондиціонування синтез-газу.

Вимоги до очищення синтез-газу різняться в залежності від складу вихідної сировини. Для очищення газу використовується вихровий скруббер, який відбирає пару, масла й сажу з масообмінних апаратів, що очищає газ від кислотних сполук. Отримана водо-золо-маслена емульсія повертається в реактор.

Технологією передбачено відведення згорілих газів назад в реактор, де гарячі гази сприяють підтримці робочої температури в зоні газифікації та економії сировини на власне забезпечення.

При заміні природного газу, мазуту чи дизельного палива в теплових котельнях на синтез-газ застосовується спрощена система очищення. Газ, що використовується дизель-генератором, згоряє повністю, не залишаючи слідів забруднюючих речовин.

В якості генеруючого обладнання використовуються дизель-генератори. ЛЕК комплектуються дизель-генераторами вітчизняного виробництва або імпортними машинами, модифікованими для роботи на газі. А також є можливість підключення ВЕУ.

У когенераційному циклі ЛЕК комплектуються дизель-генераторами вітчизняного виробництва або імпортними машинами, модифікованими для роботи на газі. При перекладі дизель-генераторів на синтез-газ показано зменшення потужності двигуна на 10-15% і збільшення ресурсу роботи агрегату на 30-40%. Вибір генеруючого обладнання впливає на ресурс агрегату, ціну та залежить від побажань замовника.

Висновок. Прогнозування розвитку енергозабезпечення та теплофікації сільського господарства, удосконалення енергообладнання, раціональна експлуатація елементів та систем енергозабезпечення, теплофікація агропромислового виробництва є досить актуальною темою в повсякденні. Наведений агрегат дозволяє переробку тваринницьких відходів в біопаливо зі значним ККД. Таким чином ми маємо можливість на енергозбереження та економію на освітленні і опаленні сільськогосподарських підприємств

Список використаних джерел.

1. <http://agroforum.su/viewtopic.php?f=51&t=98> Сільське господарство.
2. <http://e-yrok.ru/book/export/html/14>Биотопливо плюси і мінуси.
3. <http://bio.bmpa.ru/> Прибуток з того що лежить під ногами

УДК 621.412

ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДДАЛЕНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТА СТРАТЕГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ВІД ЗАГАЛЬНИХ ЕНЕРГОНОСІЇВ ЗА ДОПОМОГОЮ ДВИГУНА СТІРЛІНГА З ВИКОРИСТАННЯМ БІОПАЛИВА

Калінін П.П. (5 курс)

Стручаєв М.І., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

На основі аналізу енергетичної забезпеченості віддалених сільських районів обґрунтовано використання двигуна Стірлінга, розглянуто його принцип дії та типи конструкцій. Запропоновані технічні рішення використання двигуна за рахунок раціонального використання біопалива.

168

Постановка проблеми. Аналіз режимів роботи і технічного стану існуючих джерел теплової і електричної енергії свідчить про їх низьку енергетичну ефективність і надійність. Для виведення промислової і комунальної енергетики з кризи необхідно здійснювати подальший пошук нетрадиційних джерел енергії і нових засобів її перетворення. Ці проблеми слід вирішувати шляхом використання первинного палива є впровадження сучасних когенераційних технологій на базі двигуна Стірлінга і тепло-насосних установок (ТНУ) [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В двигун Стірлінга, розроблений ще у 1816 році шотландцем Робертом Стірлінгом [1], постійно вносяться інноваційні рішення для поліпшення його експлуатаційних характеристик. У 1937 - 1938 рр. фірма «Філіпс» вносить нові розробки з замкнутим циклом, який працює на підігрітому повітрі та призначений для електрогенераторів малої потужності [2]. У 1953 р. Мейер винайшов ромбічний привід, що дозволило використовувати більш високий робочий тиск [3]. У 1964 р. на автомобілі марки «Кал вер» був випробуваний двигун Стірлінга потужністю 23 кВт, тепла енергія для якого поступала від теплового акумулятора енергії на основі окислу алюмінію [4]. В кінці 1972 р.

були досягнуті значні успіхи в розробці двигуна Стірлінга, що працює на рідкому природному паливі з призначенням для використання на легкових та вантажних автомобілях. У Росії, на основі двигуна Стірлінга потужністю 10 кВт та 36-лепесткового сонячного концентратора діаметром 10 м, розроблена сонячна енергетична установка для міжпланетної космічної станції «Альфа» [5]. Науковим інститутом «Архімед» ведуться дослідно-конструкторські роботи з спрощення та зниження вартості виробництва двигунів. У 2000-2001 роках фірмою «Міцубіші дзюкоге» на кораблебудівній верфі «Кобе» проведено роботи з оснащення підводного човна «Асасіо» енергетичною установкою замкнутого циклу з двигуном Стірлінга [6].

Дослідні зразки двигунів Стірлінга провідних зарубіжних фірм хоч і працездатні, але вони займають весь підкапотний простір моторного відсіку легкового автомобіля і важчі ДВС в 2 рази. Значна кількість пропозицій з модернізації двигуна Стірлінга, питання щодо його удосконалення для зменшення масо-габаритних розмірів, підвищення ККД та потужності до останнього часу не вирішені і не вирішують існуючі проблеми. Тому ці дослідження є актуальними, що підтверджується спільним наказом Міністерства освіти і науки та національної академії наук України від 26 листопада 2009 р. № 1066 «Про затвердження Основних наукових напрямів та найважливіших проблем фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних і гуманітарних наук на 2009-2013 роки», (пункт 1.6. Фізико-технічні проблеми матеріалознавства; пункт 1.3.3.1. Динаміка, стійкість і оптимізація взаємодіючих дискретно-континуальних механічних систем).

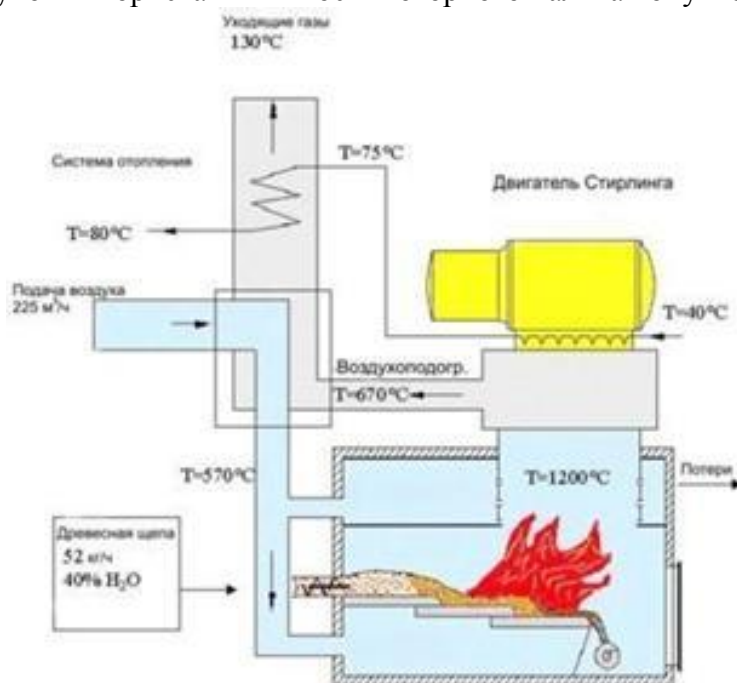
Мета статті. Представлені технології дозволяють підвищити ефективність використання палива і одночасно захист навколишнього середовища за рахунок комплексного використання поновлюваних джерел первинної енергії. Перевага таких установок полягає в тому, що теплові насоси дозволяють одержувати значення коефіцієнта перетворення первинної енергії вище одиниці. Для привода компресора ТНУ застосовується електроенергія, на кожному

затрачену кВт/год якої виробляється 3...5 кВт/год теплової енергії. Якщо для привода компресора інтегрованої системи використовувати частку енергії від двигуна Стирлінга, який працює на біопаливі і є тепло-електрогенератором, то можна вирішити проблему автономного енергопостачання без використання органічного палива при одночасному вирішенні екологічних проблем. При цьому автономна інтегрована система з різнорідними відновлювальними джерелами енергії стає економічно доцільною для крупних агропромислових комплексів та фермерських господарств. Застосування теплових насосів (ТН) дає можливість щорічно скорочувати на 10 % споживання паливних ресурсів за рахунок використання низькопотенційного тепла навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виконання поставленої мети було проведено аналітичне дослідження, вирішені задача забезпечення теплом та електроенергією Виняткова властивість двигунів Стирлінга, що дозволяє застосовувати нетрадиційні палива, наприклад, біогаз, вугілля і навіть відходи деревообробної промисловості, а також використання будь-яких інших видів енергії робить їх особливо привабливими з огляду використання енергії з поновлюваних джерел.

Когенераційна установка потужністю 9,5 кВт електричної енергії і 30 кВт теплової енергії. Переваги використання когенераційних установок з двигунами Стирлінга на місцевому паливі в регіонах РФ:

- Незалежність від кон'юнктури ринку нафти і природного газу.
- Можливість завантаження місцевих підприємств на виробництво обладнання для заготівлі і переробки місцевого палива.
- Відсутність необхідності створення сховищ для запасів вуглеводневої палива та його транспортування.
- Відсутність необхідності прокладки та обслуговування електромереж при електрифікації віддалених районів.
- Значне скорочення витрат регіональних бюджетів на закупівлю привізного палива.
- Значне скорочення витрат компаній нафтогазового комплексу на закупівлю привізного палива за рахунок використання в якості моторного палива попутного нафтового газу.



- 1 .. Вартість 1 кВт / год виробленої електроенергії за допомогою когенераційної установки буде становити від 30 до 50 коп., що в 2-3 рази дешевше існуючих тарифів. (Виділено КП)
- 2 .. Приблизно в 2 рази збільшується ресурс перетворювача прямого циклу когенераційної установки, у порівнянні з ДВС.
- 3 .. При згорянні палива вміст CO у оброблених газах в 3 рази нижче і значно нижчий вміст NO і CH, що відповідає найжорсткішим світовим екологічним стандартам.

4 .. Термін окупності когенераційних установок 2,5 року.

Модернізація котельних агрегатів в міні - ТЕЦ на основі застосування двигуна Стірлінга. ТОВ "ІВЦ" Стірлінг-технології "- компанія, що працює в області створення високоефективних Когенераційна установка потужністю 9,5 кВт електричної енергії і 30 кВт теплової енергії. Переваги використання когенераційних установок з двигунами Стірлінга на місцевому паливі в регіонах РФ:

- Незалежність від кон'юнктури ринку нафти і природного газу.
- Можливість завантаження місцевих підприємств на виробництво обладнання для заготівлі і переробки місцевого палива.
- Відсутність необхідності створення сховищ для запасів вуглеводневої палива та його транспортування.
- Відсутність необхідності прокладки та обслуговування електромереж при електрифікації віддалених районів.
- Значне скорочення витрат регіональних бюджетів на закупівлю привізного палива.

Значне скорочення витрат компаній нафтогазового комплексу на закупівлю привізного палива за рахунок використання в якості моторного палива попутного нафтового газу.

Використання двигуна Стірлінга (ДС) для привода компресора теплового насоса інтегрованої системи тепlopостачання (ІСП) з різними джерелами енергії ґрунтується на взаємній компенсації енергетичних можливостей декількох різнорідних відновлювальних джерел енергії (сонячної та ґрунтової) та енергії біопалива [2]. Компенсація цих можливостей передбачає оптимальну реалізацію режимів роботи з використанням сонячних колекторів 1, ґрунтових теплообмінників (ГТ) на базі ТНУ. В контурі плоского сонячного колектора (СК), що утилізує сонячну енергію, відбувається підігрів робочого тіла, яке подається циркуляційним насосом. Сприйнята теплоносієм енергія передається крізь теплообмінник до контуру циркуляції бака-акумулятора тепла (АК), де робочою рідиною є вода. Контур циркуляції акумулятора тепла має дві складові частини: контур циркуляції, пов'язаний акумулятором з системою опалення (СО), та контур циркуляції, що пов'язує АК з «сонячним» випарником теплового насоса.

Особливістю цього двигуна є здатність перетворювати в роботу будь-яку різницю температур.

Принцип роботи двигуна Стірлінга полягає в циклах нагрівання й охолодження газу, що постійно чергується в закритому циліндрі [5]. При нагріванні газ розширюється і рухає робочий поршень. Цей поршень опускається, штовхає шатун і повертає маховик. Одночасно змінюється положення так званого виштовхувального поршня, який переміщує газ із нагрітої в холодну зону.

Газ охолоджується і створює зворотне зусилля на робочий поршень. Потім виштовхувач переміщує газ у гарячу зону, і весь цикл повторюється. В ролі газу може використовуватися звичайне повітря, водень або гелій.

Інженери поділяють двигуни Стірлінга на три різні типи [6]: альфа-Стерлінг; бета-Стірлінг; гамма-Стірлінг.

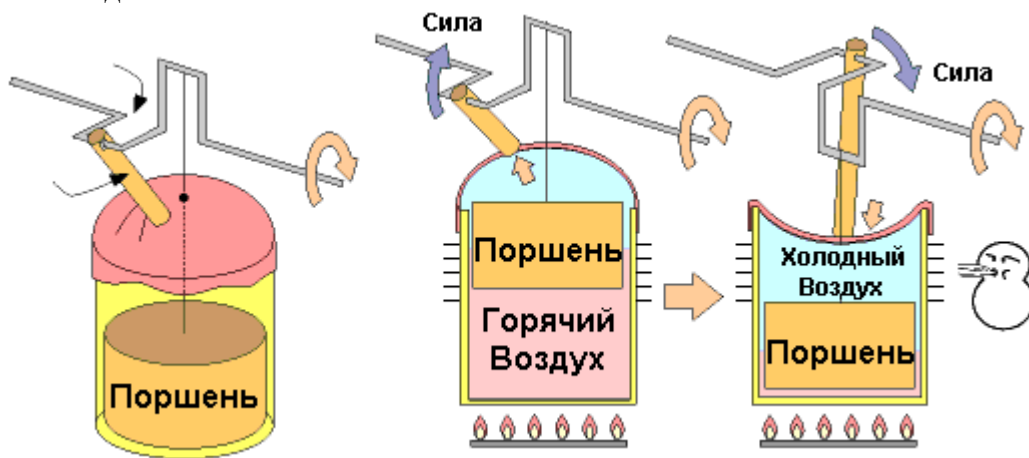
Альфа-Стірлінг містить два роздільні силові поршні в роздільних циліндрах. Один поршень – гарячий, інший - холодний. Циліндр з гарячим поршнем знаходиться в теплообміннику з вищою температурою, тоді як циліндр з холодним поршнем - в холоднішому теплообміннику. У двигуна типу бета-Стірлінг циліндр усього один, гарячий з одного кінця і холодний з іншого.

Всередині циліндра рухаються поршень (з якого знімається потужність) і «витіснювач», що змінює об'єм гарячої порожнини. Газ перекачується з холодної частини циліндра в гарячу через регенератор.

У двигуна типу гамма-Стірлінг теж є поршень і «витіснювач», але при цьому два циліндри один холодний (там рухається поршень, з якого знімається потужність), а другий - гарячий з одного кінця і холодний з іншого (там рухається «витіснювач»). Регенератор сполучає гарячу частину другого циліндра з холодною і одночасно з першим (холодним) циліндром.

Основним недоліком двигунів зовнішнього згоряння взагалі і двигуна Стірлінга зокрема є повільне реагування двигуна на зміну теплового потоку, що підводиться до циліндра. Внаслідок цього потужність двигуна неможливо міняти швидко і для того, щоб двигун почав проводити роботу потрібен час на розігрівання. Вказаний недолік робить застосування двигунів зовнішнього згоряння в автомобілях непрактичним, проте в тих випадках, коли від двигуна вимагається ричний струмотримання фіксованої потужності протягом тривалого проміжку часу, двигуни зовнішнього згоряння цілком можуть замінити двигуни внутрішнього згоряння.

У XIX столітті інженери хотіли створити безпечну альтернативу паровим двигунам того часу, казани яких часто вибухали через високі тиски пари і невідповідних матеріалів їхньої структури. Гарна альтернатива паровим машинам з'явилася зі створенням двигуна Стірлінга, який може перетворювати в роботу будь-яку різницю температур. Основний принцип роботи двигуна Стірлінга полягає в постійному чергуванні нагрівання й охолодження газу в закритому циліндрі. Звичайно в ролі газу виступає повітря, але також використовуються водень і гелій. З термодинаміки відомо, що тиск, температура й обсяг газу взаємозалежні і діють за законом ідеальних газів:



Дія циклу Стірлінга

$$PV = nRT$$

де p - тиск газу

V - обсяг газу

n - кількість молів газу

R - універсальна газова константа

T - температура газу в кельвінах

Тобто при нагріванні газу, його обсяг збільшується, а при охолодженні — зменшується. Це властивість газів лежить в основі роботи двигуна Стірлінга. Газ у закритому циліндрі використовує цикл Карно, який складається з чотирьох фаз, і розділений двома перехідними фазами: нагріванням, розширенням, переходом до джерела холоду, охолодженням, стисанням і переходом до джерела тепла. У такий спосіб при переході від теплового джерела до холодного джерела, відбувається розширення і стисання газу, який знаходиться в циліндрі. Різницю обсягів газу можна перетворити в роботу, чим і займається двигун Стірлінга.

Інженери підрозділяють двигуни Стірлінга на три різних типи: альфа, бета, гама.

Альфа Стірлінг містить два роздільних силових поршні в роздільних циліндрах. Один поршень - гарьчий, інший - холодний. Циліндр із гарьчим поршнем знаходиться в теплообміннику з більш високою температурою, у той час як циліндр із холодним поршнем знаходиться в більш холодному теплообміннику. У даного типу двигуна відношення потужності до обсягу досить велико, але на жаль в Альфа Стірлінга мається ряд технічних проблем викликаних високою температурою "гарьчого" поршня і його ізоляції.

Цикл Стірлінга. Ключовим принципом двигуна Стірлінга є те, що **незмінна кількість газу закрита усередині двигуна**. Цикл Стірлінга містить у собі послідовність подій, що змінюють тиск газу усередині двигуна і приводять його в роботу.

Є кілька якостей газів, що важливі для роботи двигунів Стірлінга:

- при наявності незмінної кількості газу в незмінному обсязі і збільшенні температури, тиск буде збільшуватися.
- при збереженні незмінної кількості газу і зменшенні обсягу, у якому він укладений, температура газу буде зростати.

Глянемо докладніше на кожен з частин циклу Стірлінга на прикладі спрощеного двигуна Стірлінга, що використовує два циліндри. Один циліндр нагрівається зовнішнім джерелом тепла (наприклад, вогнем), а другий проохолоджується, наприклад льодом. Циліндри заповнені газом і з'єднані один з одним, а їхні поршні механічно зв'язані за допомогою пристрою, що забезпечує визначений порядок їхнього руху.

У циклі Стірлінга чотири фази. Два поршні на вищенаведеній схемі роблять усі частини цього циклу:

1. Тепло, впливаючи на газ усередині циліндра, що нагрівається, (ліворуч), викликає збільшення тиску газу, що змушує поршень рухатися вниз. У цій частині циклу двигун Стірлінга робить роботу.

2. Лівий поршень рухається нагору, а правий рухається вниз. При цьому газ перетікає в охолоджуваний (правий) циліндр і охолодження приводить до падіння тиску, завдяки чому буде простіше зжати газ у наступній частині циклу.

3. Поршень правого, охолоджуваного циліндра починає стискати газ. При стиску виділяється тепло, що віддаляється через стінки охолоджуваного циліндра.

4. Правий поршень рухається нагору, а лівий рухається вниз. Це приводить до переміщення газу в циліндр, що нагрівається, де він швидко розігрівається, тиск збільшується і цикл повторюється.

Висновки

1. Вдосконалена схема двигуна Стірлінга, в якій відсутні клапани та поршні, дозволяє збільшити потужність та швидкість обертання колінчастого валу.

2. Запропоновано технічні рішення: підвищують надійність енергозабезпечення стратегічних об'єктів і об'єктів споживання двигуна за рахунок раціонального використання біопалива; за рахунок його спалювання в автоматичному; збільшують термін служби двигуна за рахунок запобігання витоків робочого тіла та підвищення ККД.

3. Результати дослідження підтверджують ефективність запропонованої принципової схеми і показують доцільність експлуатації двигуна в широкому спектрі технологій реального сектора виробництва.

Список використаних джерел

1. Ридер Г. Двигатели Стирлинга / Г. Ридер, Ч. Хупер : [пер. с англ.]. – М. : Мир, 1986. – 367 с.
2. Уокер Г. Машины, работающие по циклу Стирлинга : [пер. с англ.]. – М. : Энергия, 1978. – 452 с.
3. Уокер Г. Двигатели Стирлинга : [пер. с англ.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 285с.
4. Бродянский В. М. Двигатели Стирлинга / В. М. Бродянский – М. : Мир, 1975. – 423 с.
5. Круглова М. Г. Двигатели Стирлинга / М. Г. Круглова, В. Н. Даниличев, С. И. Ефимов. – М. : Машиностроение, 1977. – 370 с.
6. <http://stirling.ru> и SOLO <http://www.stirling-engine.de>

УДК620.92

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ КОТЕЛЕНЬ НА СОЛОМІ ДЛЯ ОПАЛЕННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Басок Д.С. (магістр, 2 курс),
Жарков В.Я., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті обґрунтовано використання котелень на соломі через порівняння витрат на опалення різного виду палива.

173

Постановка проблеми. Агропромисловий комплекс нашої країни поступово переходить від споживача енергії до його виробника і, в майбутньому, зможе задовольнити свої енергетичні потреби.

Основною сировиною для виробництва альтернативного палива для АПК України є біомаса, основу якої складає солома зернових культур.

Із зернових культур найбільш доцільно використовувати в енергетичних цілях солому озимих культур. На відміну від соломи ярих культур, солома яких м'якша і має меншу міцність, а тому використовується для кормових цілей, солома озимих використовується на підстилку, як органічне добриво, а також в енергетичних цілях. Останнє обумовлено ще й меншим вмістом хлору в соломі озимих[2].

Аналіз останніх досліджень. Скорочення споживання природного газу, розвиток енергозбереження та вирішення нагальних екологічних проблем – найбільш актуальні задачі, що стоять сьогодні перед Україною. На сьогодні основним паливом в Україні залишається природний газ – його частка в структурі споживання первинних енергоносіїв складає близько 40 %. При цьому, за рахунок власних запасів Україна забезпечує себе газом лише на 35 %, тоді як 65 % необхідного обсягу приходиться імпортувати. На вугілля припадає 28 % загального споживання первинних енергоносіїв, нафти та нафтопродуктів – 12 %, атомної енергії – 18%. Внесок відновлюваних джерел енергії до енергобалансу становить 2,5 %, в тому числі великої гідроенергетики – 2 %. З біомаси виробляється лише близько 0,5 % загального обсягу енергії.

Вартість природного газу постійно зростає з 2005 року – від 61 до 305 дол. США за 1000 м³ (ціна у I кварталі 2010 року). Висока вартість традиційних енергоносіїв є однією з основних рушійних сил розвитку біоенергетики в Україні.

Мета статті. Метою дослідження є підвищення економічної ефективності функціонування систем теплопостачання за рахунок застосування соломи як основного джерела теплової енергії.

Основні матеріали дослідження. В Україні розпорядження про закриття шкіл у зимовий час уже багато років є невід'ємною частиною навчального процесу. Примусові карантини в кінцевому рахунку призводять до нерівномірного розподілу навчального навантаження на учнів, зриву культурних і спортивних масових заходів по всій країні. Головною причиною оголошення карантину в Україні зазвичай є холод і вогкість у приміщеннях шкіл і дошкільних установ. Однак не потрібно звинувачувати зиму в тому, що сучасний школяр навчається у вкрай несприятливих умовах. Температура 10-15 градусів морозу в січні не є екстремальною ситуацією, а от небажання чиновників підвищувати енергоефективність і впроваджувати сучасні технології дійсно можна розглядати як стихійне лихо для всієї України. Боротися потрібно не з морозами, а з неефективним опаленням.

Борючись з холодом, співробітники шкіл включають нагрівальні прилади, тим самим підвищуючи навантаження на електричні мережі і створюючи пожежонебезпечну ситуацію. Контролюючі органи знімають з себе відповідальність за неефективне опалення в школах актами та розпорядженнями, місцева влада виправдовує це дефіцитом бюджетних коштів, а в підсумку оголошується для шкіл зимовий карантин.

Солому досить складно використовувати у вигляді сировини для прямого спалювання як на етапах збору, транспортування та зберігання, так і на етапі безпосереднього спалюван-

ня. Це пов'язано з неоднорідністю соломи, відносно високою вологістю, малою об'ємною енергомісткістю, достатньо низькою температурою плавлення золи і підвищеним вмістом хлору. Обсяги соломи та вугілля, рівні по енергомісткістю, розрізняються приблизно в 10-20 разів. У таблиці 1 наведені типові характеристики соломи у порівнянні з характеристиками вугілля і природного газу [1].

Таблиця 1 - Порівняльна характеристика властивостей палив

Тип палива	Теплотворна здатність	Вартість	Питома вартість енергії палива
Газ	8570 ккал/м ³	4687,4 грн./тис.м ³	546,9 грн./Гкал
Вугілля	5153 ккал/кг	1000 грн./тонна	194 грн./Гкал
Солома	3238 ккал/кг	150 грн./тонна	46 грн./Гкал

Ступінь в'янення показує, як довго солома залишалася на полі після збору врожаю і яке було кількість опадів за цей період. Чим більше ступінь в'янення, тим більша ймовірність зниження рівня концентрації лужних металів і сполук хлору в соломі внаслідок їх вимивання. Для вимивання хлоридів із соломи достатньо 5-7 днів. Таким чином, зменшується небезпека корозії поверхонь елементів обладнання і появи на них шлакових утворень. Фізичні характеристики соломи наведені в таблиці 2 [3].

Таблиця 2 – Фізичні характеристики соломи

Вид соломи	Об'ємна вага, кг/м ³	Питомий об'єм м ³ /тон	Питома енергетична цінність, МВт/м ³
Звичайна солома – ворох	20-50	20-50	0,07-0,16
Подрібнена	40-60	16-25	0,13-0,19
Тюки прямокутні	70-130	7,7-14	0,23-0,43
Тюки циліндричні	60-90	11-16	0,19-0,29
В'язанки	50-110	9-20	0,16-0,36
Брикети	300-450	2,2-3,3	0,99-1,48

Окупність котелень, які повністю автоматизовані і використовують в якості вихідного палива - солому, становить від 3 до 6 опалювальних сезонів.

Кількість золи, після згорання соломи до 200 кг на тиждень, в результаті отримуємо прекрасне добриво, тобто відбувається практично 100% використання палива. Сучасна система очищення повітря забезпечує вимоги екологічної чистоти і дозволяє використовувати котли в комунальній сфері [2].

Хотілося б відзначити, що при розгляді питання переходу від використання газу на альтернативне паливо важливу роль відіграє достатня наявність даного палива в конкретному регіоні. Економічно обґрунтованим є використання альтернативного палива таких як солома, яке повинне знаходитися в радіусі не більше 30-50 км[1].

В таблиці 3 наведено результати розрахунків споживання палива для опалення приміщень площею до 3500-4000 м² за допомогою котла потужністю 350кВт[3]. Витрати на закупівлю різних видів палив: соломи, вугілля та природного газу визначені за поточними ринковими цінами. Як видно, використання соломи замість вугілля чи природного газу дозволяє зменшити витрати на паливо в 2,5-3 рази

Таблиця 3 – Порівняння витрат на опалення соломною, вугіллям та природним газом

Параметр	Потужність котла 350 кВт (0,3 Гкал/год.)		
	Солома	Вугілля	Газ
Площа опалювальних приміщень, м ²	3500-4000		
Середній ККД котла, %	83	88	92
Витрата палива	108 кг/год.	35,6 кг/год.	11 м ³ /год.
Теплота згорання палива	3238ккал/кг	5153ккал/кг	8570ккал/м ³
Добова витрата палива	2,6 тонн/добу	850 кг/добу	264 м ³ /добу
Тривалість опалювального сезону	180		
Середній за сезон коефіцієнт навантаження	0,7		
Витрата палива за опалювальний сезон	327 тонн	107,1 тонн	33,264 тис.м ³
Ціна палива	150 грн./тонн	1000 грн./тонн	4687,4 грн./тис.м ³
Вартість палива за опалювальний сезон	49,050 тис. грн.	107,1 тис. грн.	155,9 тис. грн.
Термін окупності при впровадженні розробки, роки	6,7	-	-

Висновок. Наведені витрати на опалення різними видами палива вказують на більшу ефективність застосування сьогодні котелень на альтернативному паливі, ніж на природному газі. Споживачами отриманого тепла і гарячої води - можуть бути школи, лікарні, житлові будинки, підприємства в т.ч. виробничі [3].

Головне слово в переході вугільних котелень сільській місцевості на малі технології спалювання соломи залишається за державою. Саме на державному рівні необхідно вирішувати питання фінансування впровадження подібних технологій для бюджетних установ.

Список використаних джерел.

1. Гелетуха Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна. // Пром.теплотехника 2010 р. - №3.- С.73-79
2. Зелена Енергетика // 2006 р. - №1(21). – С.17- 18
3. Олійник Є. Зігріємось соломною // Коммунальное хозяйство. - 2007. -№5.- С. 32-35

УДК 620.92

ОСВІТЛЕННЯ ПЕРЕХРЕСТЬ ДОРОГИ ВІД ВЕТРИКАЛЬНООСЬОВИХ ВІТРОУСТАНОВОК

Каретник В.В. (3 курс),
Жарков В.Я., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті досліджуються ДТП при поганій освітленості дороги.

Для освітлення окремих ділянок дороги, віддалених від мереж централізованого електропостачання запропоновано використовувати запатентовані в ТДАТУ вертикальноосьові ВЕУ, установлені вздовж дороги.

176

Постановка проблеми. Часто ми змушені відправлятися в дорогу рано вранці, коли на вулиці ще темно, або повертатися додому в суцільній пітьмі, засидівшись де-небудь в гостях допізна. Давайте поміркуємо про те, в яких ситуаціях ми можемо опинитися при поїзді на автомобілі в темряві або сутінках. Перша передумова безпечної їзди вночі - це правильне освітлення. Недостатня освітленість дороги призводить до передчасного стомлення водія, а отже й до дорожньо-транспортних пригод (ДТП).

Аналіз останніх досліджень. До проблеми освітлення дороги є два підходи: індивідуальний – за рахунок оснащення сучасними світловими приборами свого автомобіля, наприклад, протитуманними фарами; суспільний – за рахунок покращання загального і місцевого освітлення окремих елементів автомобільної дороги. На вирішення останнього спрямовані роботи ТДАТУ [1,2].

Мета статті. Дослідити причини ДТП в темний час доби і способи освітлення окремих елементів автомобільної дороги (перехресть, світлофорів тощо) та запропонувати прийнятні засоби для освітлення окремих елементів дороги, віддалених від мереж централізованого електропостачання.

Основні матеріали дослідження. В нашій країні статистики про аварійність на дорогах в темряві ми не знайшли – то ж скористаємося зарубіжним досвідом.

У темний час доби в Норвегії щорічно відбувається приблизно 2800 ДТП з травмами людей, що відзначаються в поліцейських звітах (Bjornskau, 1993). З 2800 ДТП з травматизмом в темний час доби приблизно 560 припадають на бічні зіткнення на перехресті. Якби всі автомобілі мали бічні габаритні вогні, 7% таких ДТП можна було б уникнути, тобто приблизно 40 ДТП в рік.

Згідно шведським дослідженням ризик ДТП в темний час доби приблизно в 1,5-2 рази вище, ніж у світлий час (Brude, Larson og Tulin, 1980). Для пішоходів ризик ДТП в темний час доби може бути ще вище (Ward, Cave, Morrison, Allsop, Evans, Kuiper og Willumsen, 1994). Є підстава вважати, що приведені показники дійсні і для Норвегії (Bjornskau, 1993). Приблизно 30% ДТП з травмами людей, зареєстрованих поліцією, відбувається в темний час доби.

Найбільш прийнятним засобом для автономного освітлення віддалених елементів автомобільної дороги є вертикальноосьові вітроенергоустановки [1,2].

Відомий роторний вітродвигун, що містить вітродвигун з вертикальною віссю обертання типу Савоніуса з двома зігнутими по спіралі лопатями, установленими з перекриттям [Пат. 67919 Фінляндія, МПК F03D3/00. - Опубл. 10.06.1985]. Недоліком наведеного роторного вітродвигуна є неможливість використання його для освітлення автомобільних доріг при відсутності вітру.

Відомий також роторний вітродвигун з вертикальною віссю обертання, що містить вітродвигун з вертикальною віссю обертання типу Савоніуса з напівциліндричними лопатями, що мають крутіння відносно повздовжньої вісі. [Пат. 1119961 Канада, МПК F03D3/00. - Опубл. 10.03.1982]. Наявність перфорованих отворів в робочих повернях лопатей з шарнір-

но-підвішеними клапанами створює додаткові труднощі в їхній роботі від завихрень при появі потоків повітря при одночасному проїзді зустрічних автомобілів.

Найбільш близьким за технічною сутністю для вирішення зазначеної проблеми вибрано безредукторний вітроагрегат, що містить вітроподвигун з вихідним валом і електромеханічний перетворювач у вигляді циліндричних, коаксіально розташованих з радіальним зазором рухомого та нерухомого магнітопроводів, з повздовжніми пазами в прилеглих поверхнях, паралельними спільній осі магнітопроводів, і кільцевої обмотки збудження, розташованої на нерухомому магнітопроводі в площині, перпендикулярній спільній осі магнітопроводів, що ділить нерухомий магнітопровід навпіл, всередині якого розташований зв'язаний з валом вітроподвигуна рухомий магнітопровід, з можливістю обертання в підшипниках, які закріплені в підшипникових щитах по торцям електромеханічного перетворювача, нерухомий магнітопровід набраний із листів електротехнічної сталі у вигляді двох однакових пакетів, розміщених в сталюму циліндричному ярмі, між якими розташована кільцева обмотка збудження, в пазах нерухомого магнітопроводу розташовані якірні обмотки, з'єднані за схемою синхронного генератора [Патент 26300 Україна МПК (2006) F03D7/06. - Опубл. 10.09.07 - Бюл. №14. - 2007]. Недоліком пристрою-аналога є потреба в додатковому джерелі збудження і неможливість використання його для освітлення автомобільних доріг при відсутності вітру.

В основу корисної моделі [1] поставлена задача удосконалення ряду вертикально осьових вітроелектрогенераторних установок (ВЕУ) для освітлення автодороги за рахунок того, що ряд установлений на обочині автомобільної дороги, в пазах рухомого магнітопроводу установлені полюса магнітів протилежної полярності, а до вихідних клем якірної обмотки електрогенератора паралельно приєднані акумулятор і енергозберігаючі освітлювальні лампи

Поставлена задача вирішується тим, що ВЕУ для освітлення автодороги, яка містить роторний вітроподвигун з вихідним валом і електромеханічний генератор у вигляді циліндричних, коаксіально розташованих з радіальним зазором рухомого та нерухомого магнітопроводів, з повздовжніми пазами в прилеглих поверхнях, паралельними спільній осі магнітопроводів, нерухомий магнітопровід статора набраний із листів електротехнічної сталі, розміщених в металевому корпусі, в пазах нерухомого магнітопроводу розташована якірна обмотка, всередині якого розташований, зв'язаний з валом вітроподвигуна, рухомий магнітопровід, з можливістю обертання в підшипниках, які закріплені в підшипникових щитах по торцям електромеханічного генератора, згідно з корисною моделлю [1], кожна установка додатково містить випрямляч і акумулятор, причому ряд ВЕУ установлений на обочині автомобільної дороги, в пазах рухомого магнітопроводу установлені полюса магнітів протилежної полярності, а до вихідних клем якірної обмотки електрогенератора паралельно приєднані акумулятор і енергозберігаючі освітлювальні лампи [3].

Також поставлена задача досягається за рахунок того, що у випадку дороги з паралельними смугами протилежного напрямку руху ряд ВЕУ встановлений між ними, причому лопаті кожної установки вигнуті робочими поверхнями зустрічно напрямку автомобільного руху прилеглої смуги. Причому лопаті кожної установки вигнуті робочими поверхнями зустрічно напрямку автомобільного руху прилеглої смуги. На окремих ділянках автодороги ВЕУ можуть бути об'єднані в єдину електричну мережу.

Особливість корисної моделі в тому, що при обертанні багатополюсного ротора в якірній обмотці, розташованій в пазах нерухомого магнітопроводу електромеханічного генератора, індукується електрорушійна сила (ЕРС). Набір нерухомого магнітопроводу із листів електротехнічної сталі зменшує вихрові струми і його нагрів, і за рахунок цього підвищує електричний ККД установки. Виконання ротора багатополюсним забезпечує генерування ЕРС в якірній обмотці при його незначній частоті обертання, що дозволяє виконання установок безредукторними. Виконання полюсів із постійних магнітів дозволяє обійтися без додаткового джерела збудження.

Розташування ряду ВЕУ між паралельними смугами з різним напрямком руху підвищує ефективність використання установок.

Виконання лопатей кожного вітро двигуна з робочими поверхнями вигнутими зустрічно напрямку автомобільного руху прилеглої смуги сприяє кращому використанню енергії потоку повітря, захопленого автомобілем.

Об'єднання ВЕУ на окремих ділянках автодороги в єдину електричну мережу підвищує надійність електропостачання при пошкодженні окремих установок.

Таким чином, запропонована корисна модель за рахунок удосконалення розширює функціональні можливості відомого пристрою, і може бути використана для освітлення автомобільних доріг.

Технічна сутність і принцип дії запропонованого ряду ВЕУ для освітлення автодороги пояснюється графічним матеріалом на рисунку 1.

Кожна ВЕУ 1 містить роторний вертикальноосьовий вітро двигун 2, наприклад типу Савоніуса, з вигнутими відносно повздовжньої осі лопатями 3 і вихідним валом 4 і електро-механічний генератор 5, у вигляді рухомого 6 та нерухомого 7 магнітопроводів, коаксіально розташованих з радіальним зазором, з повздовжніми пазами 8, 9 в прилеглих поверхнях, паралельними спільній осі магнітопроводів 6, 7.

Нерухомий магнітопровід 7 набраний із листів 10 електротехнічної сталі, розташованих в металевому корпусі 11. В пазах 9 нерухомого магнітопроводу 7 розташована якірна обмотка 12.

178

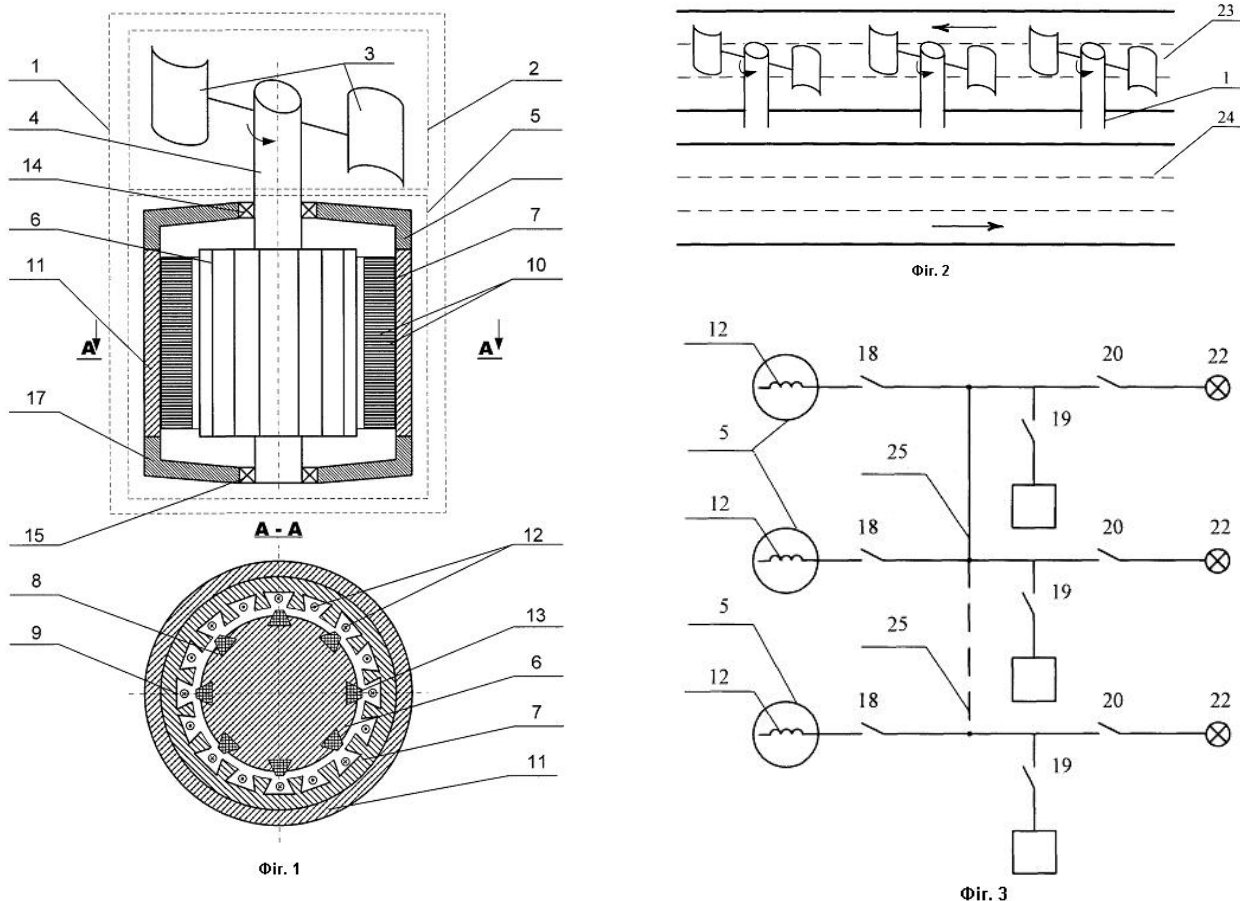


Рисунок 1 - Вертикальноосьова ВЕУ для освітлення перехрестя за патентом №31091 [1]

В пазах 8 рухомого магнітопроводу 6 закріплені постійні магніти 13 з полюсами протилежної полярності. Рухомий магнітопровід 6 розташований всередині порожнистого нерухомого магнітопроводу 7 з можливістю обертання в підшипниках 14, 15 які закріплені в підшипникових щитах 16, 17, і зв'язаний з валом 4 вітро двигуна 2.

До виводів якірної обмотки 12 електромеханічного генератора 5 паралельно приєднані через керовані комутаційні апарати 18, 19, 20 акумулятор 21 і енергоекономічні лампи 22 [3], застосовані для освітлення автомобільної дороги з смугами 23, 24 зустрічного руху. При такій схемі розташування ряду ВЕУ 1 на автомобільній дорозі між смугами 23, 24 зустрічного руху, вал 4 кожного вітродвигуна 2 буде обертатися проти годинникової стрілки. На окремих ділянках автодороги ВЕУ 1 можуть бути об'єднані провідниками 25 в єдину електричну мережу.

Пристрій працює таким чином [2]. За рахунок потоку повітря, створюваного автомобільним рухом, а при його відсутності за рахунок енергії вітру, вал 4 вітродвигуна 2, а разом з ним і рухомий магнітопровід 6 разом з постійними магнітами 13 електромеханічного генератора 5 обертаються, утворюючи обертове магнітне поле. Магнітні силові лінії обертового магнітного поля перетинаючи витки якірної обмотки 12, розташованої в пазах 9, індукують в них ЕРС.

В елементарних провідниках якоря індукується ЕРС величиною

$$e = Blv \quad (1)$$

де l - активна довжина провідника, що рівна довжині магнітного полюса;
 v - швидкість переміщення магнітного полюса відносно якоря

$$v = \frac{dx}{dt}, \quad (2)$$

де x - координата переміщення магнітного полюса відносно якоря.

Період зміни цієї ЕРС відповідає повороту рухомого магнітопроводу на одне полюсне ділення. Тому частота зміни ЕРС буде рівна

$$f = pn, \quad (3)$$

де p - число пар магнітних полюсів на рухомому магнітопроводі;
 n - частота обертання рухомого магнітопроводу, s^{-1} .

Із останньої формули слідує, що за рахунок збільшення кількості пар магнітних полюсів на рухомому магнітопроводі можна досягти номінальної частоти струму при меншій частоті обертання вала вітродвигуна, тобто обійтися без підвищувального редуктора.

Висновок. Впровадження корисної моделі призведе до зменшення втомлюваності водіїв, а отже і до зменшення дорожньо-транспортних пригод на автодорогах.

Список використаних джерел

1. Пат. 31091 Україна, МПК F03D3/00, F03D7/00. Ряд вертикальноосьових вітроенергетичних установок для освітлення дороги / *В.Я.Жарков, Є.П. Слєпкін, Д.М. Мисов.*- №u200713187; заявл. 27.11.2007; опубл. 25.03.2008, Бюл.№6.
- 2 *Жарков В.Я.* Освітлення автодороги від вертикальноосьових вітрогенераторів / *В.Я. Жарков* // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України: Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2009.- Вип. 87. - С. 36-37.
3. *Коваленко І. В.* Ефективність впровадження енергозберігаючих ламп / *І. В. Коваленко, Р.Е. Багдасарова, В.Я. Жарков* // Матеріали науково-технічної конференції магістрів та студентів.- Мелітополь: ТДАТУ, 2011.- Вип.10, т.2. - С. 61-62.

УДК 662.63

ПЕРЕРАБОТКА ЛИСТЬЕВ В ТВЕРДОЕ ТОПЛИВО

Кубрак А.А. (3 курс),
Вороновский И.Б. к.т.н., доцент

Таврический государственный агротехнологический университет

Рассматриваются вопросы переработки биологического сырья (листьев) в твердое топливо

180

Постановка проблемы. Об опавших листьях в парках, садах и на улицах говорят много. Одни специалисты сетуют на то, что в такой листе зимуют вредители и возбудители болезней, и потому, мол, ее удаление идет деревьям на пользу. Другие настаивают, что опавшие листья представляют собой ценное удобрение и защищают почву от промерзания. Третьи, не вдаваясь в научные подробности, просто сжигают засыпавшую их территорию листву. Четвертые бьют в набат, сетуя на то, что занятие третьих весьма небезопасно – при сжигании листьев выделяются очень вредные газы.

Врачи неустанно напоминают, что вред от сжигания листвы «многоликий» и чрезвычайно опасный. Во время горения выделяются вещества, которые обостряют или вызывают серьезные заболевания, преимущественно — сердечнососудистой и дыхательной системы. В результате — значительно снижается продолжительность жизни людей. При сжигании любого органического мусора (растения, кости и др.) при достаточно высокой температуре и достаточном количестве кислорода должны образовываться водяной пар, углекислый газ, окислы азота (в небольших количествах, из-за содержания азота в белках и нуклеиновых кислотах). Однако даже при небольшой влажности мусора температура резко понижается. Например, при сжигании кучи прошлогодних листьев и травы горит лишь ее верхняя часть, в то время как нижняя — тлеет при недостаточном количестве кислорода, дымит и выделяет множество опасных для здоровья человека веществ [1].

Анализ последних исследований. Во время горения листвы выделяется большое количество угарного газа, который легко связывается с гемоглобином крови и блокирует доставку кислорода к тканям, увеличивает нагрузку на сердце и сосуды (рис.1). Это крайне негативно сказывается, в первую очередь, на гипертониках и людях, имеющих проблемы с сердцем. Отчасти, именно поэтому осень – пора обострения всех хронических заболеваний.

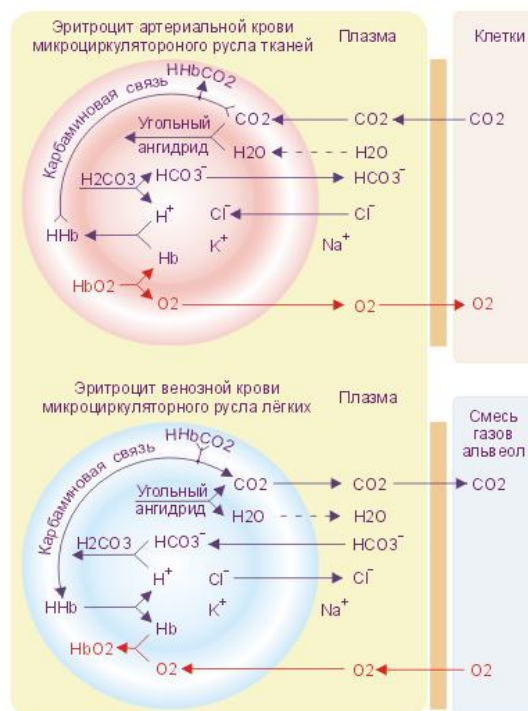


Рис.1. Химические процессы эритроцитов артериальной и венозной крови

- Отравляющие вещества выделяются и при сжигании растительных остатков на приусадебных участках, где проводилась обработка пестицидами (например, ботвы картофеля, обработанного против колорадского жука).

- Поскольку листья деревьев являются колоссальным фильтром, очищающим воздух, в городе они накапливают большое количество свинца, ртути и других тяжелых металлов, которые во время горения выделяются в воздух и становятся еще более опасными. Попадая в организм, тяжелые металлы накапливаются и вызывают множество заболеваний. Появляются аномалии развития и обмена веществ, нарушается правильная деятельность тех или иных органов, возникают эндемические и онкологические заболевания, уродства.

- С дымом в воздух выделяются диоксины. Они являются универсальным клеточным ядом и поражают все виды животных и большинство растений. Особая опасность этих ядов заключается в том, что они чрезвычайно устойчивы к химическому и биологическому разложению, сохраняются в окружающей среде в течение десятков лет и беспрепятственно переносятся по пищевым цепям (водоросли, планктон – рыба – человек; почва – растения – травоядные животные – человек). Действуя на человека очень медленно, диоксины вызывают множество тяжелых заболеваний: поражают иммунную систему человека, легкие, печень, мозг и кожу, а также повышают риск заболевания раком.

Диоксины образуются даже при сжигании растительных остатков. Если же в чадающей куче листьев окажется пластиковая бутылка, полиэтиленовый пакет, одноразовый стаканчик или другой мусор (пластик, содержащий хлор, например, изделие из ПВХ — поливинилхлорида), то во дворе заработает «химический диоксиновый реактор».

При этих же условиях может выделяться и фосген (боевое отравляющее вещество Первой мировой войны). Всего же образуется около 75 различных токсичных веществ.

- Особое коварство неполного сгорания растительной ткани в том, что ее основа – целлюлоза (природный полимер) – распадается на фрагменты с короткой углеродной цепью или образует полициклические соединения (рис.2) [2].

Цель статьи. Среди соединений с короткой цепью – уксусная кислота и акролеин. Это мощные раздражители, которые являются основными виновниками красных, слезящихся глаз и приступов кашля, преследующих нас, когда мы оказываемся в дыму костра. На них может не обратить внимания человек с хорошим здоровьем, однако серьезно пострадают люди, больные астмой, хроническим бронхитом или предрасположенные к острым респираторным заболеваниям. Раздражители раздражают чувствительные нервные окончания в бронхах. Это вызывает бронхоспазм – резкое сжатие бронхов, за которым следует удушье. Наиболее опасным действием обладают полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), например, бенз(а)пирен, бензантрацен и др., многие из которых являются очень сильными канцерогенами. Бенз(а)пирен выделяется в тлеющих без доступа воздуха листьях. Он опасен даже при малых концентрациях. Из-за химической устойчивости накапливается в организмах и передается по биологической цепи, долго мигрируя из одних объектов в другие. На человека и животных бенз(а)пирен оказывает канцерогенное действие (вызывает злокачественные образования) и мутагенное действие (вызывает изменения в структуре генов, структуре и количестве хромосом).

В сырые, туманные дни микрочастицы, из которых состоит дым, прочно связываются с парами воды, образуя «смог», который особенно вредит органам дыхания (рис. 3.). Влияние дымовых частиц на организм зависит, главным образом, от их размера. Крупные частицы, более 10 мкм в диаметре, улавливаются носовой слизью и глубже не проходят. Более мелкие могут достигать легких, и вред, наносимый ими, трудно переоценить. При сжигании одной тонны растительных остатков в воздух выбрасывается до 9 кг таких микрочастиц.

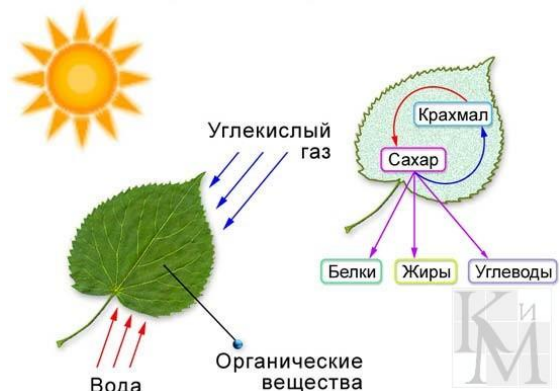


Рис.2. Органические вещества листка.

Сухой лиственный дым также очень плохо рассеивается. Он способен в течение двух суток медленно соседствовать с домом, возле которого образовался. При этом вредные вещества практически не исчезают, а остаются в приземном слое и подрывают здоровье всех, кто этим дышит.

Таким образом, осенне-весенние костры – это сказочно крепкий иммунитет и наши очереди к эндокринологу, пульмонологу, кардиологу, гастроэнтерологу, гинекологу (с бесплодием и не только), онкологу...[3]



Рис.3. Осенний город в смоге

Основные материалы исследования. Осень не только время листопада, но и прекрасная возможность заработать, именно так и подумали жители Бирмингема Питер Моррисон (Peter Morrison) и Шэрон Уормингтон (Sharon Warmington) создавая фирму под названием BioFuels International (рис.4). Данное предприятие специализируется на производстве поленьев из опавшей листвы и приносит неплохой доход своим владельцам. Свой бизнес предприниматели озаменовали стягом борьбы за спасение окружающей среды и против всемирного потепления климата, которое не сходит с уст несколько последних десятилетий.

Каждое полено марки Leaf Log весит чуть больше одного килограмма, а длиной не дотягивает пару сантиметров до тридцати. Данный вид топлива становится все популярнее в Англии, где только в этом году с каждого крупного дерева упало 50 тысяч листьев, что в общей сложности составило примерно миллион тонн. Собрать их все не представляется возможным, но даже маленькая часть данного ресурса, который валяется прямо у нас под ногами, способна принести очень неплохие дивиденды. При этом никакого вреда экологии не причиняется: деревья не вырубаются и продолжают поглощать углекислый газ, спасая человечество от удушья. Данный аналог привычного топлива стал идеальной альтернативой для собственников загородных домов и коттеджей, которые не приемлют камины и обогрев помещения природным газом. Теперь им не придется испытывать угрызения совести за миллионы срубленных деревьев, возродить которые просто не реально. Питер и Шэрон провели исследование, и оказалось, что оставленные гнить на земле листья, также как и те, что машинами вывозятся на свалку с городских улиц, разлагаясь, выделяют метан, который попадая в атмосферу, в 20 раз превышает негативные показатели углекислого газа. За счет метана и происходит отопление помещения при использовании поленьев компании BioFuels International, однако в данном случае в атмосферу попадает углекислый газ, который ранее дерево получило из воздуха. Таким образом, «дрова» из опавших листьев несут двойную пользу для окружающей среды. Идея создания уникальной технологии по переработке опавшей листвы пришла к Моррисону два года назад, когда он пытался избавиться от листвы в своем доме. Он поднял лист, посмотрел на него и решил, что добро не должно пропадать зря. Затем были долгие эксперименты, в результате которых ему, инженеру по образованию, удалось создать первую топливную таблетку сочетающую листья и некоторые специальные добавки. Опытного образца хватило на то, чтобы вскипятить один литр воды [4].



Рис.4. Питер Моррисон (Peter Morrison) и Шэрон Уормингтон (Sharon Warmington) с брикетами.

«Leaf Log не годятся лишь для барбекю: слишком высокое пламя», - сетует изобретатель уникальных поленьев (рис.5). При этом современные образцы практически бездымны, не считая начала и конца горения. «Лиственное» топливо идеально подходит для разведения огня на открытых участках и практически не оставляет после следов костра. Шло время и

«лиственный» бизнес стал приносить хороший доход, а небольшая фабрика превратилась в крупный завод по выпуску Leaf Log. Теперь находчивые предприниматели подумывают о развитии своего бизнеса в масштабах всей страны, ведь в одном только Бирмингеме работники коммунальных служб ежегодно собирают и отвозят на свалку примерно по 16 тысяч тонн опавших листьев. Уникальная технология производства такого топлива основана на сушке и сильном уплотнении естественной биомассы, так на одно полено уходит большой мусорный мешок собранных листьев. К основному сырью британцы добавляют воск, который служит связующим звеном и дополнительным элементом для горения. Соотношение пропорций строится таким образом: 70% составляют листья и 30% воск, что делает поленья на 70% "углеродо-нейтральным" продуктом. Такой способ производства придает «дровам» повышенную горючесть. для разведения костра не требуется дополнительных средств в виде щепок или специальной жидкости [5].

183

Выводы. Дрова Leaf Log прошли многочисленные испытания, которые показали хорошие результаты, так, каждый килограмм такого топлива выделяет 27,84 мегаджоуля энергии, что значительно выше обычных деревянных поленьев. Время горения одного «бревна» британских создателей может непрерывно гореть 2-3 часа подряд, что в три раза дольше привычного аналога. В Великобритании упаковка из 10 поленьев Leaf Log стоит 35 фунтов или \$56, при этом доставка в пределах страны осуществляется бесплатно. Такой подход



Рис.5. Leaf Log

делает дрова из листьев очень популярными в стране и способствует стремительному развитию данного направления. Очередным шагом данной корпорации стало создание уникального «рецепта» производства экологичного топлива на основе опилок, которое получило название Rustic Log. Такое полено стоит 2,75 фунта или \$4,4, при этом его время горения составляет два часа. Возможно, такое топливо и его производство появится и в России, но пока придется довольствоваться обычными поленьями, природным газом и каменным углем. Вот такая история, кто-то приобретает оборудование для производства пакетов, чтобы создать свой бизнес, а кто-то просто собирает листья и "продает" их.[6]

Список использованных источников.

1. <http://www.eco-live.com.ua/content/blogs/torg-vlya-tor-shn-m-listyam-abo-ekolog-chnii-b-znes>
2. http://www.polisorb.ru/ru/Potrebiteljam/Stati_v_Internet/Szhiganie_kostrov__destvitelno__li__vredno
3. <http://forumz.dp.ua/showthread.php?s=9fa6cf103804c5e6fa8b9f9a89c441b2&t=6485>
4. <http://www.biobriquette.com/news/brikety-iz-opavshix-listev-25.html>
5. <http://www.leaflog.com/>
6. <http://www.ifpri.org/publication/biofuels-international-food-prices-and-poor>

УДК 621.311

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МІНІ-ГЕС В ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСТІ

Пилипенко О.С. (магістр)

Даус Ю.В., асистент

Запорізький національний технічний університет

Проаналізовано існуючі типи міні - гідроелектростанцій, схеми їх будівництва, типи гідротурбін щодо доцільності застосування МГЕС виходячи з гідроенергетичного потенціалу та характеристик малих річок Запорізької області.

184

Постановка проблеми. Одним з перспективних напрямків використання малих місцевих енергоресурсів відновлюваних джерел енергії є використання енергії невеликих водотоків, що володіють достатнім потенціалом при значній простоті їх використання за допомогою міні - ГЕС. Проте кількість малих гідроелектростанцій, що зараз експлуатуються, невелика. Це обумовлено складнощами при отриманні дозвільних документів, неузгодженістю законодавчих актів та відсутністю матеріальної підтримки з боку держави. В 2012 році було оголошено курс на активний розвиток проектів з використанням альтернативних джерел енергії, в рамках якого створюються нові механізми підвищення економічної доцільності використання малих гідроелектростанцій, тому аналізу типів, схем будівництва і видів гідротурбін для малих ГЕС, виходячи з характеристик малих річок Запорізької області є актуальним.

Аналіз останніх досліджень. Велика кількість досліджень в даній області проведено для Західного регіону України через те, що вони мають найбільший у країні гідроенергетичний потенціал. Однак, використання малих ГЕС в цих областях обмежене у зв'язку з тим, що велика їх частина покрита заповідними районами. У Запорізькій області останнім часом спостерігається зростання кількості середніх і малих споживачів сільськогосподарського призначення, які зацікавлені в пошуку нових джерел дешевої електричної енергії. На території області протікає 109 малих річок, більшість яких використовується для технічного водопостачання та зрошення. Її гідроенергетичний потенціал може бути використаний для часткового або повного покриття електроспоживання малих сільськогосподарських виробництв.

Мета статті. Проаналізувати і виділити типи, схеми будівництва і типи гідротурбін для міні-ГЕС виходячи з характеристик малих річок Запорізької області.

Основні матеріали дослідження. Мала гідроенергетика є одним з перспективних напрямків розвитку альтернативної енергетики на сьогоднішній день. У 2012 році Президентом України оголошений курс на активний розвиток проектів з використанням альтернативних джерел енергії. Уряд планує реалізувати нові інвестиційні програми зі скорочення використання традиційних видів палива. У рамках реалізації цих проектів виділяються значні бюджетні кошти на будівництво та реконструкцію малих гідроелектростанцій (МГЕС). У разі успішної реалізації прийнятої національної «Стратегії розвитку енергетики на період до 2030 року», частка гідроенергетичних потужностей і вироблення електроенергії гідроелектростанціями збільшиться в два рази. [1]

Технологія перетворення енергії води в електричну енергію відома давно, але підвищення уваги саме до МГЕС обумовлене ряд їх істотних переваг на відміну від великих гідроелектростанцій, а головною з них є те, що для їх ефективного функціонування достатньо наявності невеликого водного джерела, в руслі якого існують перепади по висоті. Це можуть бути природні і штучні водотоки, водосховища, озера і ставки, водогосподарські або гідравлічні системи різного призначення.

Основною характеристикою, що визначає масштаби розвитку малої гідроенергетики, є гідроенергетичний потенціал річок. У теоретичному і технічному аспектах гідроенергетичні ресурси малої гідроенергетики є одним з найбільш вивчених поновлюваних джерел енергії.

При визначенні ресурсів малої гідроенергетики розглядаються три основні категорії гідроенергетичного потенціалу: теоретичний, технічний та економічний гідроенергетичний потенціал. [2]

Теоретичний (валовий) гідроенергетичний потенціал - повна теоретична сума енергії лише річкового стоку.

Технічний гідроенергетичний потенціал - частина теоретичного гідроенергетичного потенціалу річкового стоку, яка технічно може бути використана або вже використовується; технічний потенціал досить постійний і може застосовуватися лише залежно від істотних змін способів виробництва електроенергії на ГЕС.

Економічний гідроенергетичний потенціал - частина технічного гідроенергетичного потенціалу, використання якої є економічно ефективним. Ця категорія і представляє найбільший інтерес для оцінки можливостей будівництва МГЕС. Економічний гідроенергетичний потенціал змінюється в часі, і використання його в різних районах країни залежить від енергетичних і економічних умов району. Основними чинниками є ступінь вивчення гідроенергетичного району, технічний прогрес в проектуванні і будівництві енергетичних об'єктів, зміна техніко - економічних показників альтернативних електростанцій, рівень розвитку економіки району, а також зміна рівня і режиму електроспоживання, структура всіх потужностей в балансі енергетичної системи району, оцінка впливу гідроенергетичного будівництва на природне довкілля, комплексний характер використання водних ресурсів, вимір господарського освоєння річкових долин.

Сумарний річний економічно доцільний гідроенергетичний потенціал малих вод України складає 460,6 тис. т.у.п., з якого 36,3% припадають на Закарпатську область, 14,52% - на Львівську та 7% - на Чернівецьку. Решта областей, в тому числі і Запорізька володіють потенціалом в 1,5 - 2% від загального [3]. Згідно з даними Інституту відновлюваної енергетики НАНУ [4] в Запорізькій області не експлуатується жодної МГЕС, в тому числі і для приватного використання. Це пов'язано з низкою проблем, таких як складнощі при отриманні дозвільних документів, неузгодженість законодавчих актів між собою та відсутність матеріальної підтримки з боку держави. Найбільша ріка Запорізької області - Дніпро. На території Запорізької області крім того протікає 109 річок, а саме Молочна, Обіточна, Великий і Малий Утлюк, Берда, Лозоватка, Корсак та ін.. Найбільш придатними для установки МГЕС є такі річки, як Арабка, Берда, Каротиш, з ухилом відповідно 2,2, 2, 5,4 м / км. [5]

Для оцінки доцільності застосування МГЕС в Запорізькій області використаємо наступну класифікацію [6]:

- за натиском: низьконапорні (до 20 метрів), середньонапорні, (20-75 метрів); високонапорні (більше 75 метрів);
- за режимом роботи: що працюють паралельно з енергосистемою, на ізолюваного споживача паралельно з іншим джерелом (наприклад: з дизельною або вітровою електростанціями);
- за мірою автоматизації: напівавтоматизоване (що працюють за наявності чергового персоналу), автоматизовані (що працюють без чергового персоналу);
- за умовами створення: стаціонарні, мобільні.

Класифікують також малі ГЕС за характером використання стоку (на побутовому або зарегульованому стоці), за участю в графіці навантаження (пікові, напівнікові, базисні).

Класифікація існуючих схеми будівництва міні - ГЕС представлена на рис.1.

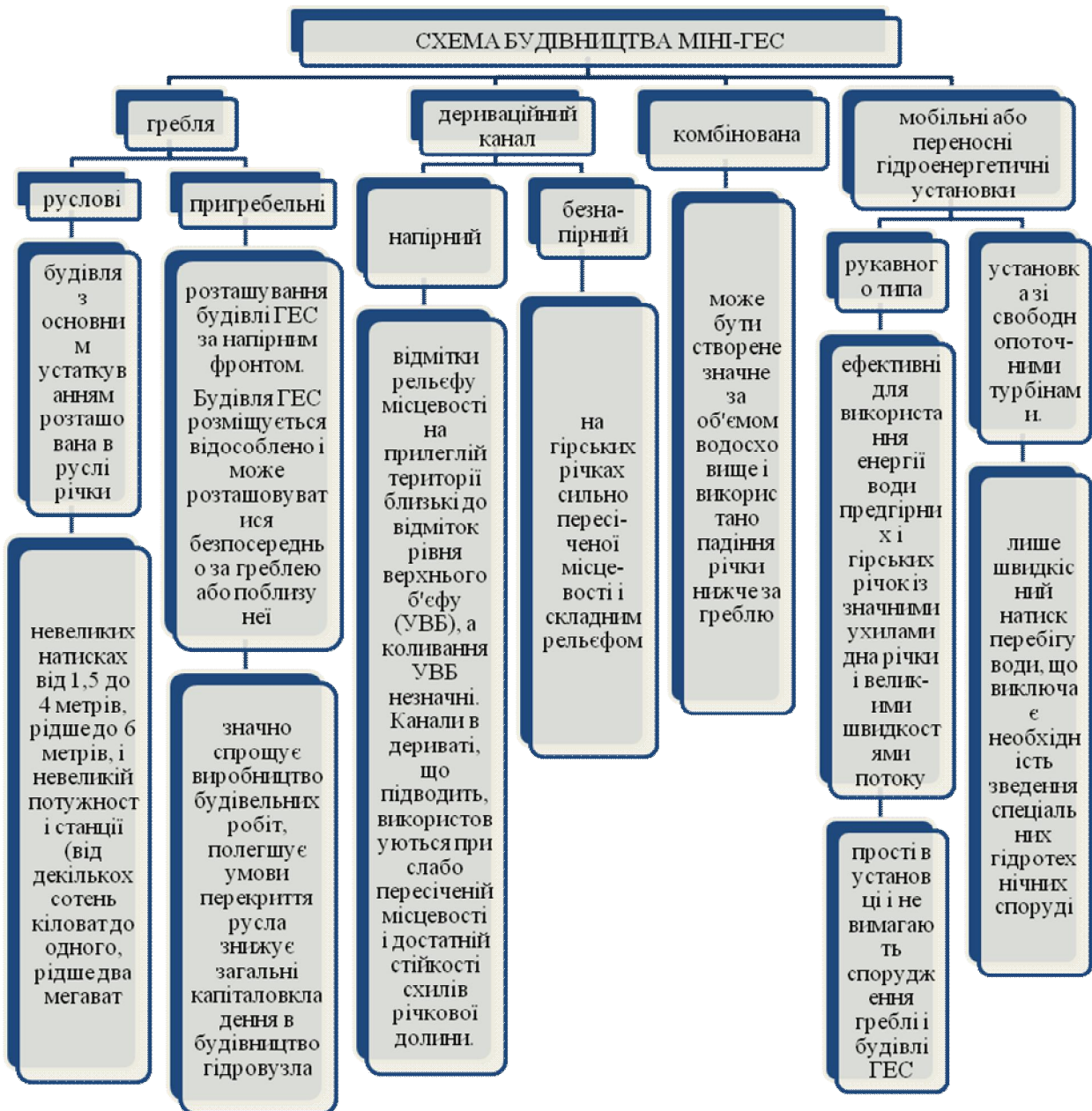


Рис. 1. Класифікація схеми будівництва МГЕС

Через невеликий перепад в руслі річок в умовах Запорізької області ефективним є використання низьконапірних малих ГЕС з роботою на ізольованого споживача.

Аналіз можливих схем будівництва МГЕС показав, що в умовах Запорізької області можливе використання руслової компоновки МГЕС, так як вона найбільш ефективна при невеликих натисках, якими характеризуються річки області. У руслових ГЕС будівля з основним устаткуванням розташована в руслі річки. На річках з широкою річковою долиною і явно вираженим руслом річки переважно призначити відмітку гребеня глухої греблі так, щоб нормальний підпірний рівень не виходив з основного русла річки. Для такої схеми характерна руслова компоновка з розміщенням будівлі ГЕС і водозливної греблі в руслі річки. Проте, цей варіант вимагає, при будівництві малих ГЕС, зведення перемичок для створення осушеного котловану, в якому буде зводиться те або інша споруда або його частина, що природно збільшує капіталовкладення в будівництво МГЕС.

Також досить ефективним може бути використання переносних гідроенергетичних установок, які, як правило, використовуються для енергопостачання автономних споживачів невеликої потужності.

До основного гідротехнічного обладнання М ГЕС відносять гідротурбіни, генератор, трансформатор, чарунку високовольтного вимикача. Для агрегатів М ГЕС використовують наступні види турбін: осьові, радіально-осьові, пропелерні, діагональні, ковшові.

Для електроспоживачів потужністю до 10 МВт та натиском до 150 м використовуються радіально осьові та пропелерні турбіни для міні – ГЕС.

Радіально осьові турбіни виконані з металевої спіральної камерою. Компонування гідроагрегатів на ГЕС передбачає горизонтальне розташування ротора турбіни. Вартість 1 кВт встановленої потужності становить 200-300 доларів США для агрегатів потужністю 100-300 кВт [7].

Висновок. На основі аналізу існуючих типів МГЕС, схем їх будівництва та типів турбін, що використовуються в МГЕС, для ефективного використання наявного гідроенергетичного потенціалу області можливе використання низьконапірних МГЕС із застосуванням радіально-осьових і пропелерних турбін, які працюють на ізольованого споживача. Найбільш доцільними схемами будівництва є руслова компоновка ГЕС або переносні ГЕС.

Список використаних джерел.

1. Ермилов С. Энергетическая стратегия Украины на период до 2030 года: проблемные вопросы содержания и реализации / Сергей Ермилов // Зеркало недели. – 2006. - № 20. - Режим доступа к газете.: http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/energeticheskaya_strategiya_ukrainy_na_period_do_2030_goda_problemnye_voprosy_soderzhaniya_i_realiza.html.

2. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / під заг. ред. А.К. Шидловського. – К . : Українські енциклопедичні знання, 2007. - 560 с.

3. Атлас энергетического потенциала возобновляемых и нетрадиционных источников энергии Украины / [Кудря С.О., Яценко Л.В., Душина Г.П. и др.]. — К., 2001. — Режим доступа к атласу: http://esco-ecosys.narod.ru/2005_11/art07_71_3.htm

4. Шершова Н. Малая гидроэнергетика: реки энергии для Украины / Нина Шершова // Бизнес портал ugmk.info. - 29.06.11. - Режим доступа к статье: <http://ugmk.info/art/malaja-gidrojenergetika-reki-jenergii-dlja-ukrainy/1.html>

5. Большой атлас Запорожья / [ГИС центр Градостроитель]. - Запорожье, 2010. - 96 с.

6. Михайлов Л.П. Малая гидроэнергетика / Михайлов Л.П. – М . : Энергоатомиздат, 1989. -184 с.

7. Акционерное общество закрытого типа «МНТО ИНСЭТ» - Режим доступа: <http://energy.internord.ru/articl/124848.html>

УДК 620.92

ПЛОСКИЙ СОЛЯЧНИЙ КОЛЕКТОР ДЛЯ ВЛАСНОЇ КВАРТИРИ

Калінін П.П. (5 курс),
Ярошенко О.С. (3 курс),
Жарков В.Я., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті приведений аналіз пристроїв використання сонячної енергії для гарячого водопостачання. Приведені конструкції плоских сонячних колекторів. Розроблена конструкція плоского СК для ГВП квартири в багатоповерховому будинку.

188

Постановка проблеми. Існує безліч традиційних, застарілих, енергетично неефективних систем опалення житлових будинків, заснованих на різних джерелах палива, таких як – вугілля, природний газ, електрична енергія. Проте використання вище перелічених джерел приводить до збільшення викидів парникових газів на теплових електростанціях, а отже до потепління клімату на Землі, що супроводжується різними катаклізмами. Разом з тим, за виразом американських вчених використовувати високоякісну електричну енергію для отримання низькопотенційної теплоти протирічить здоровому глузду. Це можна робити за рахунок відновлювальних і нетрадиційних джерел енергії (енергії вітру, Сонця, біопалива тощо), на що спрямована робота науково-дослідної лабораторії ВНДЕ в ТДАТУ.

Аналіз останніх досліджень. Одним із способів економії електричної та інших традиційних видів енергії є розробка і впровадження простих і доступних для широких верств населення сонячних колекторів (СК) для гарячого водопостачання [1-5]. На вирішення останнього спрямовані роботи науково-дослідної лабораторії ВНДЕ ТДАТУ, зокрема, запропонована екологічно чиста схема гарячого водопостачання з використанням плоского СК [5].

Мета статті. Обґрунтувати конструкцію СК і розробити компактний СК, прийнятний для використання в квартирі багатоповерхового будинку, на дачі тощо.

Основні матеріали дослідження. Сонячна енергія — енергія від Сонця, яка потрапляє на Землю у формі радіації та світла. Ця енергія значною мірою керує кліматом та погодою і є невід’ємною основою життя. Доцільно-економічний потенціал СЕ для Запорізької області становить $2,6 \cdot 10^5$, для АР Крим – $2,7 \cdot 10^5$ МВт·год/рік (таблиця 1).

Таблиця 1 - Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України [35]

Область	Потенціал сонячної енергії, МВт·год/рік		
	Загальний потенціал ($\times 10^9$)	Технічний потенціал ($\times 10^7$)	Доцільно-економічний потенціал ($\times 10^5$)
Запорізька	34,8	16,7	2,6
АР Крим	36,5	17,5	2,7

Сонячний колектор (геліоколектор) - пристрій для збору енергії випромінювання Сонця у видимому та невидимому для людського ока інфрачервоному спектрі. Теплову систему, що працює на основі сонячного колектора називають геліосистемою.

В загальному виді геліосистема складається з: сонячного колектора (геліоколектора); бака-накопичувача (термоакумулятора); насосної групи; контролера; комбінованого клапану тощо (в залежності від обраної геліосистеми).

Плоский СК складається з елемента, що поглинає сонячне випромінювання, прозорого покриття та термоізолюючого шару. Поглинаючий елемент називається абсорбентом; він з'єднаний з теплопровідною системою. Прозорий елемент зазвичай виконується з загартованого скла з пониженим вмістом металів (боросилікатне). При відсутності відбору тепла (застої) плоскі колектори здатні нагрівати воду до 190—200°C. Чим більше енергії випромінювання передається теплоносію, що протікає в колекторі, тим вище його ефективність. Підви-

щити її можна, застосовуючи спеціальне оптичне покриття, яке не випромінює тепла в інфрачервоному спектрі. Стандартним способом підвищення ефективності колектора стало застосування абсорбенту з листової міді через її високу теплопровідність.

Сонячні теплові колектори поділяються на низько-, середньо-, і високотемпературні колектори. Низькотемпературні СК є плоскими плитами і звичайно використовуються для сезонного гарячого водопостачання (ГВП) та підігріву плавальних басейнів [4].

Можливість використання сонячної енергії на землі залежить від географічної широти φ , пори року та сонячного сіння. Річне надходження сумарної сонячної радіації 1 м^2 поверхні в реальних умовах хмарності знаходиться в межах від $1050 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ в північній частині України до $1400 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ при загальному збільшенні від $\varphi=52^\circ$ до $\varphi=43^\circ$ північних широт, в яких розташована Україна [5]. Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання в південних областях України - 7 місяців (з квітня по жовтень), в північних областях 5 місяців (з травня по вересень).

Основним елементом більшості установок сонячного ГВП є плоский СК, який являє собою плоску коробчасту конструкцію, теплоізольовану з тильної сторони і зашклену з лицьової (краще мати подвійне зашклення) [5]. Робота СК заснована на парниковому ефекті: сонячні промені видимої частини спектру (короткі хвилі) вільно проходять скрізь скло і нагрівають теплоносій в середині СК, а інфрачервоне випромінювання нагрітого тіла (довгі хвилі) скло назад уже не випускає, тобто СК являє собою "пастку" для сонячних "зайчиків". Найпростіша схема плоского СК представлена на рис. 1.

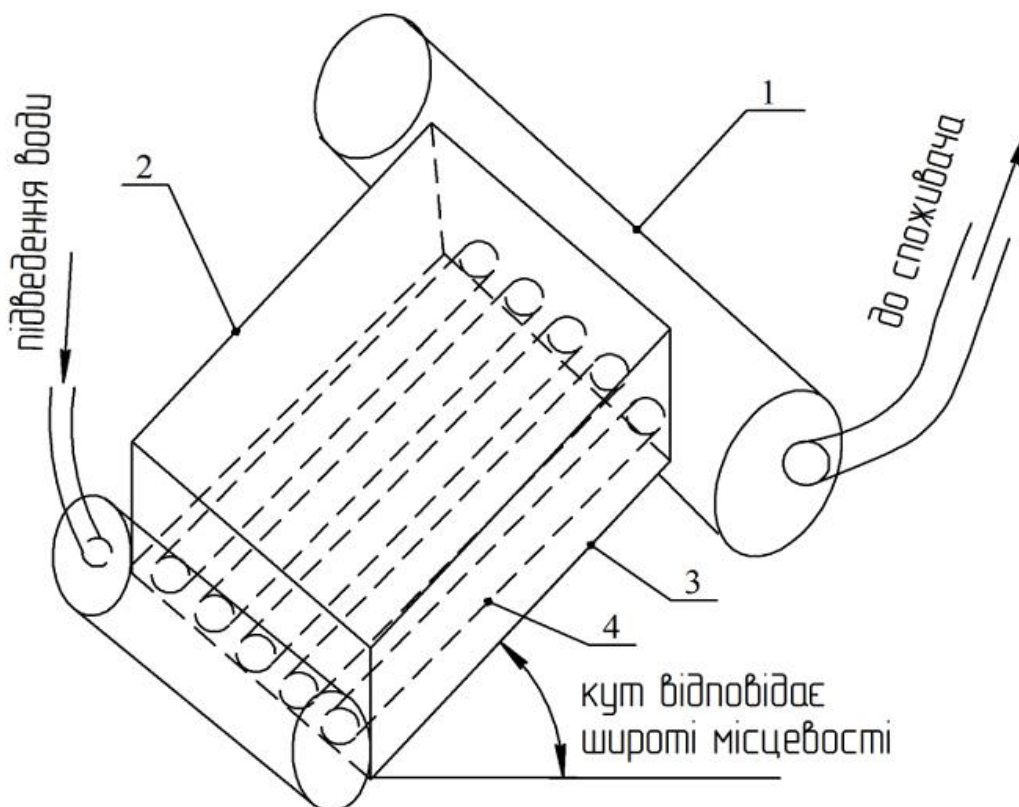


Рисунок 1 - Схема сонячного колектора: 1 – резервуар для збору нагрітої води; 2 – скляна поверхня; 3 – нижня абсорбуюча плита; 4 – трубки із антикорозійного матеріалу

Плоский СК складається з плоского ящика з утепленими дном і стінками, нижньої абсорбуючої плити (бажано покрити темним кольором) та скляної поверхні (бажано подвійної). Колектор має бути повністю герметичним, з метою запобігання втрат теплової енергії. Сонячні промені проникаючи всередину такого СК нагрівають абсорбуючу плиту та поздовжні трубки з теплоносієм (це може бути звичайна вода) [4].

Трубки виготовляють із антикорозійного матеріалу. Найкращий матеріал для трубок – це мідь. Можна використовувати і тонкостінні пластмасові трубки, але теплопровідність пластмаси набагато менше ніж у міді, а отже і ефективність такого СК буде меншою. На вході до колектора вода має температуру 18-25°C, а пройшовши через нагріті трубки вода досягає температури 60...80°C. Кут β установки плоского СК повинен відповідати географічній широті місцевості [5].

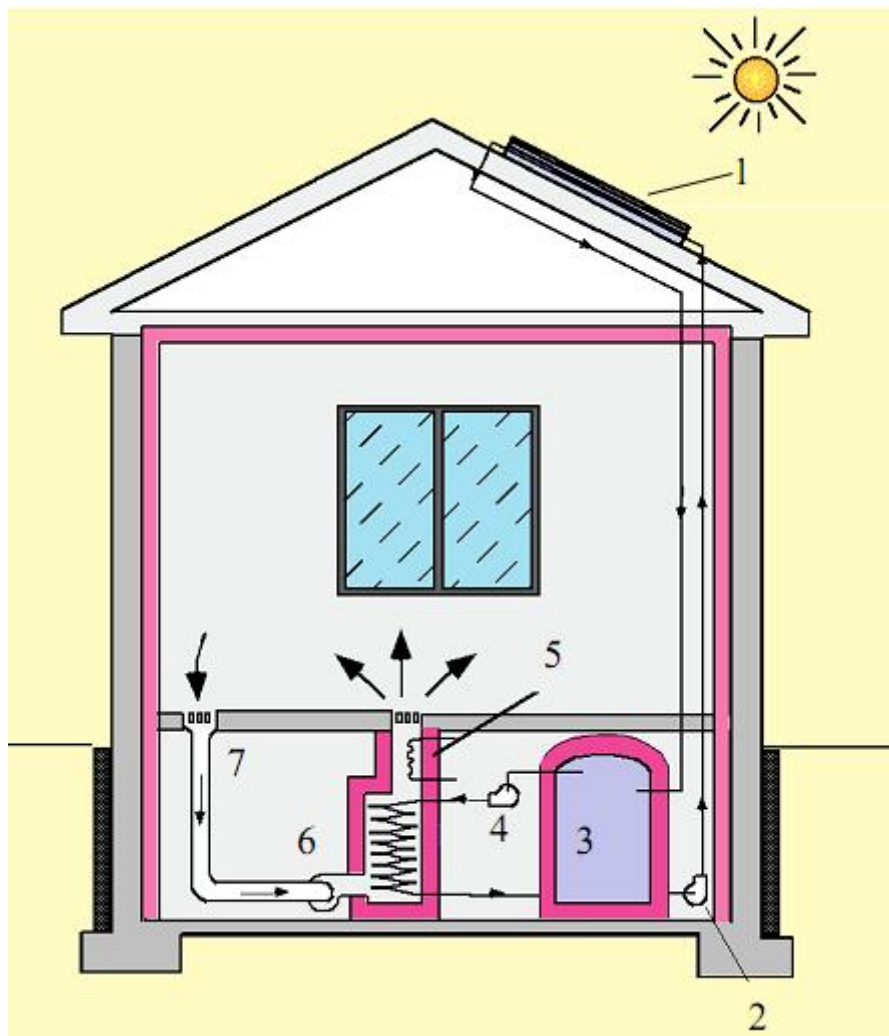


Рисунок 2 - Приклад застосування плоского сонячного колектора: 1 – СК; 2,4 - насоси; 3 – бак-акумулятор; 5 – електронагрівач; 6 – фенкойл ; 7 - теплообмінник

Оптимальні кути нахилу СК визначаються періодом роботи. Звичайно при цілорічному використанні плоского СК його розташовують під кутом β до горизонту, рівним географічній широті даної місцевості φ ($\beta = \varphi$). Якщо СК використовують тільки влітку, тобто для сезонного ГВП, то кут його установки до горизонту зменшують на 15° ($\beta = \varphi - 15^\circ$), [5].

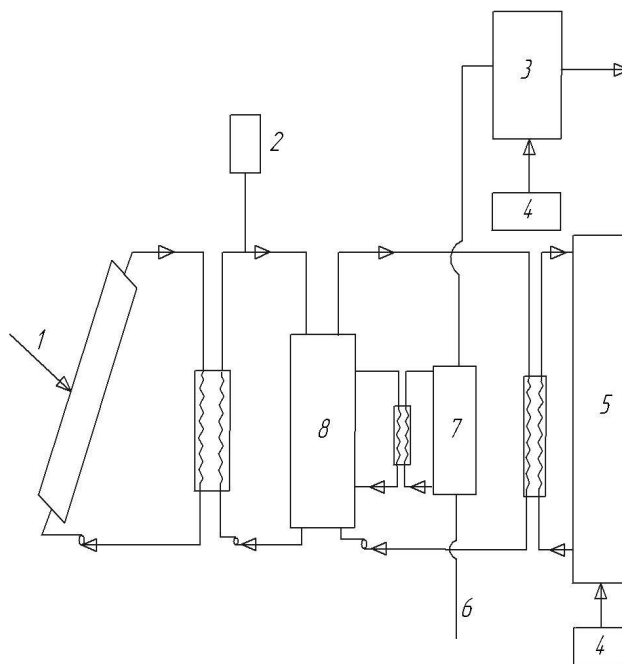


Рисунок 3 - Схема рідинної системи сонячного тепlopостачання: 1 – сонячна радіація; 2 – запобіжний клапан; 3 – бак гарячої води; 4 – джерело додаткової енергії; 5 – теплиця; 6 - подача холодної води; 7 – бак попереднього підігріву води; 8 -бак-акумулятор.

В ТДАТУ запропонована екологічно чиста схема гарячого водопостачання весняної теплиці з використанням плоского СК без циркуляційних насосів, зображена на рис.3 [6]. Наукова робота магістранта Ольги Юдіної відмічена Дипломом переможця на Всеукраїнському конкурсі «Зробимо Україну енергоощадною (рис.4).



Рисунок 4 – Переможець конкурсу «Зробимо Україну енергоощадною» магістрант ТДАТУ Ольга Юдіна з Президентом

Особливість запропонованої системи в тому що СК 1 розташований нижче бака 3 гарячої води, з якого гаряча вода відбирається самопливом.

На основі проведеного аналізу нами розроблена конструкція компактного плоского СК.

Корпус компактного СК зібраний із двох здвоєних віконних рам з подвійним склінням. В якості абсорбера взято плоску батарею водяного опалення. Холодна вода підведена до батареї знизу, а з верхньої частини гнучким пластмасовим шлангом гаряча вода подається в бак-накопичувач, розташований над СК. Гаряча вода з бака-накопичувача відбирається знизу і самопливом поступає до споживача. Компактний СК може бути розташований на балконі або на зовнішньому боці стіни, що виходять на південь.

Висновок. Найбільш економічним та доступним для широкого вжитку є гаряче водопостачання на основі запропонованого нами компактного СК. Впровадження СК та електрообігріву з оплатою електроенергії за трьохзонним тарифом дає наступні переваги: мінімальне втручання людини у технологічний процес, економію коштів, зниження енергоємності продукції, значне зменшення викидів парникових газів. Отже виграють усі: споживач, країна і світова спільнота.

Список використаних джерел

1. Якубов А. Х. Солнечные коллекторы – лучший способ экономии /А. Х. Якубов// Энергосбережение.-2009.-№7.-С.-22-24.
2. Сиворакиа В. Е. Оценка эффективности использования солнечной энергии в отопительной системе./ В. Е. Сиворакиа// Экотехнологии и ресурсосбережение.-2008.-№10.-С.-15-17.
3. Використання сонячної енергії/ М. Корчемний, В. Федорейко, В. Щербань // Енергозбереження в агропромисловому комплексі.– Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.- С.410-449.
4. Енергія Сонця / С.Р. Боблях, М.М. Мельничук, В.С. Мельник, Р.М. Ігнатюк// Відновлювальні джерела енергії. Монографія.– Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки, 2012. - С227 с.
5. Елементи розрахунку плоского сонячного колектору// Методичні вказівки для проведення практичних занять з дисципліни Енергозбереження і енергоменеджмент/ Укладач: к.т.н., доцент В.Я. Жарков. - Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С. 57-61.
6. Юдіна О.В. Екологічно чисті та економічно ефективні способи опалення власної присадибної теплиці/ О.В. Юдіна, В.Я. Жарков// Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ, 2010.- С.121-124.

УДК 537.63:621.313.8

ПРИМЕНЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МАГНИТОВ В ВЕТРОГЕНЕРАТОРАХ

Шаферова С.А. (3 курс),
Курашкин С.Ф., к.т.н.

Таврический государственный агротехнологический университет

Рассмотрена возможность применения неодимовых магнитов при конструировании генераторов малоомощных ветроустановок

193

Постановка проблемы. Ветровая энергия относится к возобновляемым источникам энергии, особенно в условиях юга Украины – с каждым годом растет интерес потребителей к альтернативным источникам электрической энергии. Причерноморье и Приазовье с точки зрения распределения ветровых потоков являются наиболее перспективными для строительства ветроэлектростанций.

По данным мировой статистики на начало 2011 года общая установленная мощность всех ветрогенераторов на планете составила 196,6 ГВт, электроэнергия произведенная всеми ветрогенераторами мира, составила 430 ТВт·ч (2,5% от общего объема произведенной электрической энергии в мире). Многие страны с помощью ветряных электростанций вырабатывают значительную часть совокупной производимой энергии: Дания 20%, Португалия – 16%, Ирландия – 14%, Испания – 13%, Германия – 8%. На сегодняшний день более 85 стран мира поставили использование ветрогенераторов на коммерческую основу.

Одним из дорогостоящих элементов ветрогенератора является непосредственно сам силовой агрегат – генератор, в качестве которого используются как синхронные трехфазные генераторы переменного тока, так и генераторы постоянного тока. Таким образом, возникает интерес к удешевлению их стоимости.

Анализ последних исследований. Ветрогенераторы выпускаются как отечественными, так и зарубежными производителями, однако их стоимость остается далекой для среднестатистического потребителя. Так, например, стоимость ветрогенератора мощностью 50 Вт составляет около 3000 грн. Ветрогенераторы мощностью 500 Вт имеют стоимость около 8000 грн.

Цель статьи. Показать возможность использования при разработке потребительских силовых генераторных агрегатов новых материалов, за счет чего может быть уменьшена стоимость ветроустановок.

Основной материал исследования. В настоящее время получили широкое распространение магнитные материалы, изготавливаемые из сплава редкоземельных материалов – неодима, железа, бора (NdFeB). В силу высокой остаточной намагниченности (в десятки раз выше, чем у обычных ферритовых магнитов) неодимовые магниты нашли широкое применение в авиационной и компьютерной технике, применяются для омагничивания воды, топлива, в зерновых сепараторах, магнитных муфтах и подшипниках, акустических системах и наушниках, магнитных двигателях, измерительных преобразователях и т.д.

Области применения сверхмощных неодимовых магнитов разнообразны – постоянно появляются новые разработки, где находят применение положительные свойства этого материала.

Особенности редкоземельных магнитов:

- высокая стабильность и стойкость к размагничиванию;
- относительно низкая коррозионная стойкость;
- относительно высокая стойкость к механическим воздействиям;
- рабочая температура до 180 °С.

В последнее время, в связи с доступностью неодимовые магниты начали активно применять в магнитной системе ветро-генераторов, что позволило снизить силы трения и увеличить КПД.

Стоимость генераторов, в которых используется магнитная система из редкоземельных магнитов, может быть значительно снижена. Подобные генераторы возможно изготовить без применения сложных инструментов, станков и технологий даже в условиях далеких от заводских. Наиболее оптимальным с точки зрения изготовления является осевой генератор переменного тока (axial flux alternator).

Конструкция генератора классическая – он состоит из неподвижного статора, и вращающегося ротора, который представляет собой 2 металлические пластины с закрепленными на них магнитами (рис. 1).

Магниты имеют два полюса – южный и северный. Однако расположение полюсов может быть разным. Для использования в генераторах предпочтительно использовать магниты, полюса которых расположены относительно плоских поверхностей.

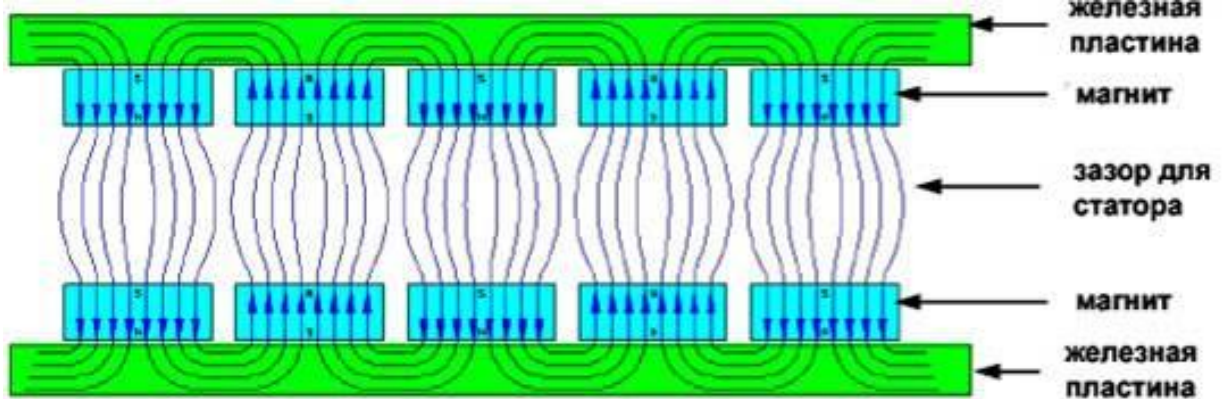


Рис. 1. Схематическая конструкция ротора осевого генератора

Магнитное поле в зазоре усиливается за счет двух факторов: близкое расположение магнитов и наличие металлической ферромагнитной пластины. Для того, чтобы магнитные потоки замыкались, расположение магнитов должно быть чередующимся: N-S-N-S. Общий вид ротора:

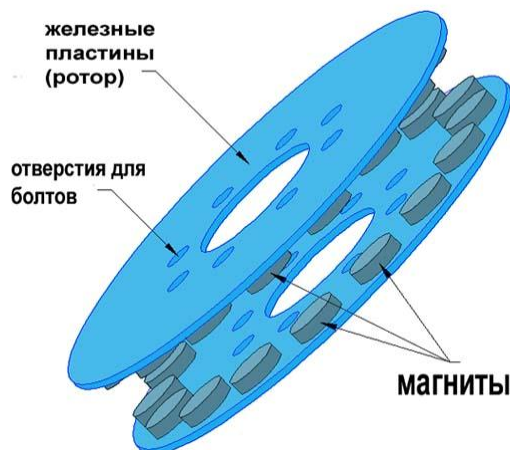


Рис. 2. Общий вид ротора

Статор располагается между магнитами. При вращении ротора в обмотках статора вследствие явления электромагнитной индукции наводится э.д.с., величина которой (и эффективность генератора в целом) зависит от скорости вращения ротора, количества витков в катушках обмотки статора, сечения обмоточного провода и других параметров. Задача оптимум – найти баланс параметров, учитывая условия эксплуатации, такие как; предполагаемую нагрузку, среднюю скорость ветра в регионе, параметры ветроприемного устройства и т.п.

Генератор может быть как однофазным, так и трехфазным. Однако более предпочтительный многофазный вариант, поскольку генератор имеет меньший момент трогания. Фазы генератора обычно соединяют между собой либо по схеме звезда.



Рис. 3. Общий вид статора.

Соединенные обмотки укладывают в специально заготовленную форму для заливки и соединяют выводы обмоток согласно схемы. Форма заливается эпоксидным клеем. После застывания клея в ней сверлятся отверстия для крепежных болтов. На передний диск ротора непосредственно крепится ветроприемное устройство.

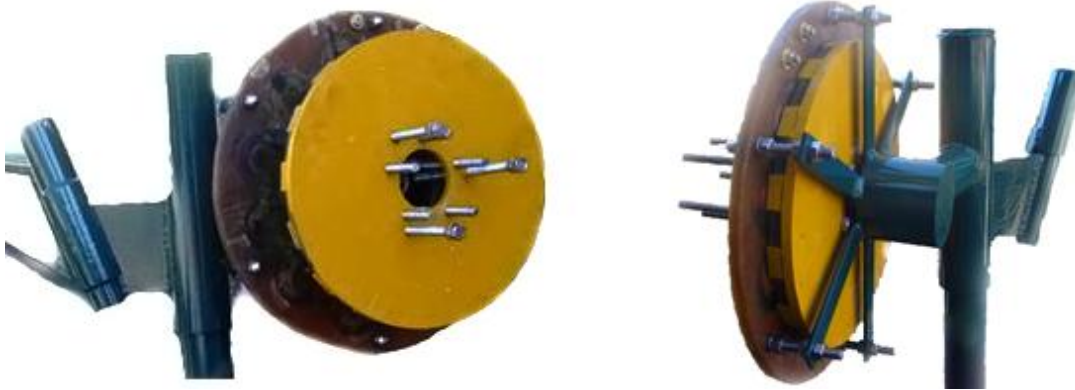


Рис. 4. Генератор после сборки.

Выводы. Подобный генератор имеет следующие характеристики: вес каждой пластины ротора – 10,5 кг; вес статора – 9 кг. общий вес генератора – 30кг; при скорости вращения 100 об/мин развиваемая мощность – 600 Вт; при скорости вращения 80 об/мин напряжение х.х. 50 В.

Список використаних джерел

1. Steven Fahey. Basic Principles Of The Homemade Axial Flux Alternator. – 2006. – 15 p.
2. Розин М.Н. Малая энергетика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rosinmn.ru/elektro/elektro_index.html

УДК 631.155.2

ПРОБЛЕМИ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

Савченко О.О. (3 курс),
Вороновський І.Б. к.т.н., доцент*Таврійський державний агротехнічний університет**У статті розглядається вирішення проблем ядерної енергетики України*

196

Постановка проблеми. В останній час великої актуальності набуває енергетична залежність країни. В основі виробництва теплової та електричної енергії лежить процес спалювання копалин енергоресурсів – вугілля, нафти, газу. Масштаб добутку та витрачання копалин енергоресурсів, металів, споживання води, повітря для виробництва необхідної людству кількості енергії величезний, а запаси ресурсів, обмежений. Особливо гостро стоїть проблема швидкого вичерпування запасів органічних природних енергоресурсів, так як більшість ресурсів не відновлюється, по крайній мірі, в помітній кількості. Розвиток атомної енергетики за останні роки значно забарився. Головна причина - широко розповсюджене переконання в «шкідливості» атомної енергетики, сумніви в можливостях досягнення припустимого рівня безпеки АЕС на базі сучасної технології [1].

Аналіз останніх досліджень. Енергетика - найважливіша галузь народного господарства, яка охоплює енергетичні ресурси, вироблення, перетворення, передачу та використання різноманітних видів енергії. До складу енергетичної галузі України входять 5 атомних електричних станцій (АЕС) встановленою потужністю 12.818 млн. КВт, 8 гідроелектростанцій (ГЕС) встановленою потужністю 4.7 млн. КВт, теплові електростанції (ТЕС), встановленою потужністю 36.5 млн. КВт, а також системоутворююча та розподільча мережі довжиною понад 1 млн. км. В структурі виробництва електроенергії ТЕС складає 40,9%, ГЕС - 10,7%, АЕС - 45,4%, 3% електроенергії вироблено іншими малими станціями. Під тиском суспільства зупинено будівництво Кримської, Чигиринської, Харківської АЕС та Одеської ТЕЦ. Необхідно зберегти основу ядерної енергетики, а тобто всі станції, які використовують ядерну енергію для цілей електрифікації і теплофікації [1].

Мета статті - підвищити інтенсивність наукових досліджень в області забезпечення безпеки об'єктів ядерної енергетики та досягти на основі сучасних знань та технологій, високий рівень безпеки у сфері ядерної енергетики. Насамперед слід звернути увагу на створення безпечних реакторів, робота яких ґрунтувалася б на законах фізики і не потребувала втручання людини з метою відвернення ризику.

Виклад основного матеріалу. Коли первісна людина почала користуватися вогнем, вона наражала себе й своє оточення на величезну небезпеку: вогонь міг знищити ліс довкола, який для людини становив цілий світ. Минули тисячоліття, і наші знання про розміри Землі стали глибшими, але зважаючи на сучасну техніку і технологію, світ, у якому ми живемо, залишається досить малим. Людське суспільство, паразитує на тілі нашої Землі, поступово почало перетворювати середу свого існування. Створюючи знаряддя праці, технологію виробництва, використовуючи сировину, нарешті, оволодівши атомною енергією, людство мимоволі поставило під загрозу сам факт свого існування, так як розщеплення атомного ядра - це найнебезпечніший з процесів, відомих людині. З його допомогою можна обернути Землю на пустелю, але й можна примусити пустелю зацвісти буйним цвітом. Людина - в природі і з природи, а не над нею, наш вид смертний. Історія життя на Землі - це історія взаємодії між живими істотами і їхнім оточенням. Великою мірою фізична форма тварин і форма їхнього життя на Землі зумовлені оточуючим середовищем. Лише протягом теперішнього сторіччя один з видів - а саме людина - набув такої могутності, яка здатна змінити природу світу [4].

Теоретично ядерна енергія близька до ідеальної. Вона ефективна і недорога. У добу, коли нафтові запаси обмежені, атомна енергетика забезпечує незалежність тієї чи іншої країни від країн - експортерів нафти. Проте найпалкіші прихильники ядерної енергетики визнають, що з її виробництвом пов'язано чимало проблем.

Проблема 1. Під час роботи реакторів в паливних стрижнях накопичуються радіоактивні відходи. Розпадаючись, ці відходи виділяють тепло, і тому їх треба охолоджувати ще довго після закінчення керованого процесу розщеплення. На сьогодні не існує поки що загальноприйнятого способу зберігати відходи, які залишаються високорадіоактивними протягом дуже довгого часу. Існує проблема могильників, де поховані радіоактивні речовини, дамб, які повинні захищати річки і водойми від радіаційного забруднення.

Високорадіоактивні відходи неможливо знищити: їх треба ізолювати від навколишнього середовища на десятки тисяч років – лише тоді вони стануть нешкідливі. Але ми не знаємо як це зробити. Тому необхідно створити систему знешкодження ядерних відходів, яка була б незалежна від людини [2].

Проблема 2. Крім проблеми ядерних відходів, існує ще набагато поважніша проблема, а саме: проблема витоку радіації з ядерного реактора. Ядерний реактор через цілу низку причин не може вибухнути, як ядерна бомба. Однак один середній реактор містить у собі таку кількість радіоактивних матеріалів, яка в тисячу разів перевищує кількість радіоактивних матеріалів, вивільнених над Хіросімою, отже вивільнення навіть незначної частини цих матеріалів може завдати великої шкоди і людині, і навколишньому середовищу. Щоб відвернути таку небезпеку, реактори обладнають оболонкою з нержавіючої сталі, а довкола тієї оболонки будують міцні залізобетонні споруди. І все ж сильні вибухи пари або дія зовнішніх сил (вибухи бомб, урагани) можуть за екстремальних обставин призвести до аварії, незважаючи на зазначені запобіжні засоби [2].

Проблема 3. Могутність сучасної цивілізації постійно зростає, а наука і техніка відкривають дедалі нові горизонти для її розвитку. Важко навіть уявити, яким було б наше життя без сучасних наукових знань, та інженерної майстерності. Однак могутність цивілізації не лише дала людям блага, а й створила смертельну загрозу для всього роду *homo sapiens*. Про неї люди збагнули, мабуть, після винаходу атомної зброї. Адже виробництво ядерної енергії виросло з виробництва ядерної зброї. З багатьох поглядів ядерна зброя і ядерні реактори дуже подібні. Чорнобиль є суворим нагадуванням про те. Одна з небезпек ядерної енергетики полягає в тому, що технологію і сировину мирних атомних програм можна використати для створення ядерної зброї. Необхідний для цього плутоній отримують з відходів ядерного палива, і така операція по грошам багатьом країнам третього світу [5].

Міжнародне агентство у справах атомної енергії (МАГАТЕ) зобов'язане унеможливити використання ядерної техніки, технології й палива для виробництва ядерної зброї. Однак воно, як і більшість організації ООН, не може вживати суворих санкцій до держав, котрі порушують ці принципи.

Проблема 4. Забруднення навколишнього середовища в результаті техногенних викидів, які мають місце при роботі атомних реакторів. До 1994 року було побудовано близько 430 енергетичних атомних реакторів, які збільшили більш як на порядок вихід у навколишнє середовище радіоактивних речовин, порівняно з викинутими в атмосферу, водойми і захороненні, як відходи.

У результаті техногенних викидів щільність радіоактивного забруднення ґрунтів і води зросла. Спостерігається незворотній процес безперервного розповзання радіонуклідного забруднення. Раніше чи пізніше воно проникає скрізь. Вода здійснює невинний круговорот через океани, хмари і дощі, через листя рослин та кровоносні судини тварин і людей. Атмосферні гази пронизують усі форми життя. Ґрунт покриває тонким шаром-плівкою кам'яний скелет Землі й одночасно є минулим і майбутнім життям. Вода, суша, повітря, живі рослини й тварини (і ми там) - все перебуває у постійному обміні компонентами [3].

Проблема 5. Необхідність створення санітарної зони. В період експлуатації АЕС, а також після виробітки її ресурсу (через 20-30 років експлуатації АЕС) навколо АЕС і могильників потрібно створювати санітарну зону, що приведе до безповоротного знищення більших площин земель, придатних для господарчої діяльності людини [6].

Проблема 6. «Людський» фактор. Виробництво атомної енергії потребує надзвичайно високої кваліфікації персоналу, що обслуговує атомні реактори. Колись дерево було основним паливом у всьому світі, однак із зростанням населення і зникненням лісів дерево поступилося місцем кам'яному вугіллю, а згодом почали використовувати ще й нафту. Про те за-

паси нафти не безмежні, а її спалювання завдає чималої шкоди навколишньому середовищу. Мабуть, уран - основне паливо для майбутніх поколінь людства й потребу в енергії можна задовольнити шляхом розвитку ядерної промисловості. Використання персоналу високої кваліфікації дозволить майже уникнути помилок, що можуть привести до аварії. «Майже» - тому, що люди втомлюються, іноді в них поганий настрій: діючи бездумно, вони припускаються помилок, а це може привести до катастрофи. Крім цього, потрібен контроль за психічним станом операторів, аби відвернути божевілля і не допустити дій, спроможних привести до аварії [7].

Проблема 7. Практично всі блоки (крім блока № 6 Запорізької АЕС) підлягають реконструкції, так як 7 блоків АЕС з 14 експлуатуються вже більш 15 років. Необхідно збільшувати об'єм та якість технічного обслуговування, ремонтів та робіт по діагностуванню обладнання. Є необхідність виконання робіт по модернізації існуючих і створенню додаткових систем безпеки.

Наше суспільство покладається на техніку й технологію, але ядерно-енергетичні системи не зовсім надійні. Вони складаються з тисяч pomp, клапанів, труб, електросхем і двигунів. До аварій можуть привести помилки в проектуванні, будівництві, експлуатації та ремонті обладнання, а також зовнішні чинники – повені, пожежі, землетруси й смерчі. Корозія, вібрація, перенапруження та спрацювання деталей внаслідок тривалої експлуатації можуть спричинити якусь незначну хибу в роботі, а вона призведе до інших, які годі передбачити навіть за допомогою комп'ютерів. Здебільшого машини працюють доти, доки вони вийдуть з ладу, але в роботі ядерних реакторів ця засада неприпустима [8].

Проблема 8. Чорнобильська проблема. Чорнобильська АЕС являє собою об'єкт атомної енергетики, до складу якої входять обладнання, будови та споруди, які безпосередньо зв'язані з виробітком електроенергії. Чорнобильська проблема потребує виконання наступних задач:

- зачинення ЧАЕС-3 зі зняттям з експлуатації блоків №1, 2, 3;
- перетворення об'єкта "Укриття" в екологічно безпечну систему;
- створення централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива;
- створення заводу по переробці та зберіганню радіоактивних відходів [9].

Висновки. Використання будь якого виду енергії доводиться оплачувати грошима, людським життям, забрудненням навколишнього середовища. Не існує якогось універсального виду енергії, також не можна відмовитися від одного виду енергії, не замінивши його іншими видами. Доводиться балансувати між вигодами й ризиком, і проблеми ядерної енергетики повинні розв'язуватися саме в цьому контексті.

Можна зробити висновок про те, що людство створило цивілізацію, яка стала матеріальним бар'єром між собою і природою. Цей бар'єр настільки складний і громіздкий, що вже перешкоджає подальшому розвитку. Іншими словами, людина відділилась, відгородилась від природи, стала рабом своєї цивілізації, техніки. Її зарозумілість і жадоба влади над природою - найбільша небезпека для неї самої.

Список використаної літератури

1. Алексеев Т.Н. "Становление и развитие атомной энергетики"; М. 1990. – 345 ст.
2. Дементьев Б.А. Ядерные энергетические реакторы. М., 1984 - 185 ст.
3. Державна програма поводження з радіоактивними відходами", затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 1996 р. № 480.
4. Соболевич Е.В. «Ядерна енергетика та навколишнє середовище», Київ: 1996 – 328 ст.
5. Чернов А. П. « Состояние и перспектива ядерной энергетики и промышленности // Энергетика и электрификация». - 1999. - Июль. – 208 ст.
6. Шевцов А. І., Дорошкевич А. З. Перспективи розвитку ядерної енергетики України в аспекті національної безпеки // Стратег. панорама. - 1999. - № 1-2.
7. Щербина В.І «Ядерна альтернатива» // "Перехід-IV", 2(4)-2000. – 295 ст.
8. Щербина В.І. «Ядерна енергетика природної безпеки» // "Перехід-IV", 1(6)-2001. – 264 ст.
9. Яцик О.В. «Екологічна безпека в Україні», Київ: 2001 р. – 275 ст.

УДК 631.155.2

РОЗВИТОК АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Береговий О.С. (3 курс),
Вороновський І.Б. к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнічний університет

*У статті розглядаються питання розвитку альтернативних джерел енергії,
зокрема сонячної енергетики України.*

199

Постановка проблеми. В сьогоdnішніх реаліях зростаючих глобальних енергетичних проблем все більш актуальними стають питання переходу до альтернативних джерел енергозабезпечення. Орієнтація, що має місце, на нафту, газ і ядерну енергію може призвести такі країни як Україна до серйозної енергетичної залежності від найбільших світових постачальників сировини для цих секторів енергетики і вже сьогодні ставить під загрозу економічну безпеку нашої держави. Зрозуміло, що альтернативні джерела енергії не вирішать у найближчі роки всі енергетичні проблеми, але орієнтація на них дає реальні можливості зміцнити наші позиції в майбутньому, підвищити енергетичну безпеку України [1].

Аналіз останніх досліджень. Світова тенденція зміщення акцентів у сторону альтернативної енергетики підтверджується, зокрема, такими статистичними даними. В 2007 році інвестиції в таку енергетику склали по всьому світу більше 100 мільярдів доларів США, а загальносвітовий обсяг електроенергії, що генерується за допомогою відновлюваних джерел, за оцінками експертів досяг рівня 240 ГВт. Ці цифри відповідають 50 відсотковому зростанню альтернативної енергетики в порівнянні з даними 2004 року. На сьогоднішній день альтернативні джерела енергії складають за різними оцінками від 4 до 8 відсотків загального обсягу світової енергетики [3].

Міжнародне енергетичне агентство вважає, що в 2030 році в усьому світі енергія, одержана від сонця, вітру, води, тепла землі, а також з біомаси, збільшиться в два рази порівняно із сьогоднішнім днем і складе 16 відсотків від всього виробництва. Ще оптимістичніше оцінює ситуацію Європейський галузевий союз поновлюваних джерел енергії. На його думку, до 2030 року частка альтернативної енергії виросте до 35 відсотків. Європейська комісія вважає, що в 2020 році в Європі п'ята частина енергії вироблятиметься з екологічно безпечних джерел. У Німеччині, як в одній з найбільш орієнтованих на альтернативні джерела енергії країн, частка поновлюваної енергії може скласти 40 відсотків, а у виробництві електричної – близько 67 відсотків, передбачає Федеральний союз поновлюваних джерел енергії [2].

Мета статті - розглянути перспективи розвитку альтернативних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики України.

Основні матеріали досліджень. На сьогоднішній день одне з найпомітніших місць серед альтернативних джерел енергії займає сонячна енергетика. Крім того, цей сектор енергетики є одним із самих швидко зростаючих, що спонукає фахівців приділяти йому особливу увагу. За оцінками експертів, світовий ринок сонячних елементів щорічно зростає більш ніж на 30 відсотків. За інформацією, оприлюдненою Європейською Асоціацією фотоелектричної промисловості в Європейському Союзі, за сприятливих умов, до 2010 року обсяги електроенергії, виробленої шляхом перетворення сонячної енергії, можуть перевищити показник 2006 року більш ніж у тричі.

Чим же обумовлена така популярність сонячної енергетики? По-перше, сонячна енергія доступна в кожному кутку нашої планети, розрізняючись по щільності потоку випромінювання не більше ніж удвічі. Тому вона приваблива для всіх країн, відповідаючи їх інтересам в плані енергетичної незалежності. По-друге, сонячна енергія – це екологічно чисте джерело, що дозволяє використовувати його у все зростаючих масштабах без негативного впливу на навколишнє середовище. Крім того, сонячна енергія – це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне людству і через мільйони років [5].

До переваг сонячної енергії також можна віднести ще ряд фактів. Так типова сонячна система, виготовлена на базі монокристалічної кремнієвої технології, генерує протягом терміну своєї експлуатації більше енергії, ніж було витрачено на її виробництво. Наприклад, стандартна сонячна батарея наземного застосування, виконана за найбільш поширеною технологією гарантовано служить 20-25 років, повертаючи витрачену на своє виробництво електроенергію в перші 2 роки експлуатації. Крім того, вартість електроенергії, виробленої за допомогою прямого перетворення сонячного випромінювання, постійно знижується і, за прогнозами, зрівняється з вартістю традиційної електроенергії не пізніше за 2015 рік.

Для повного задоволення потреби всього Євросоюзу в електроенергії при нинішньому технічному рівні розвитку сонячної енергетики необхідно освоїти близько 0,7% від його загальної площі. Проте ці площі не конкурують з корисними землями, оскільки для розміщення сонячних батарей використовуються дахи, фасади будівель, шумові загороди автобанів та інші об'єкти. Тобто наявність вільного простору не є обмежуючим чинником для розвитку сонячної енергетики [6].

З технічної точки зору переваги сонячних систем полягають у відсутності необхідності використовувати яке-небудь паливо, рухомих частин, що зношуються, проведення трудомісткого технічного обслуговування для підтримки системи в працездатному стані. Значною перевагою є їх модульність, що дає можливість швидкого монтажу в місцях експлуатації, відсутність експлуатаційного шуму і джерел шкідливих викидів.

Світовий досвід показує, що бурхливий розвиток альтернативної енергетики, зокрема сонячної, став можливим в першу чергу завдяки належній підтримці на рівні держав. Так, наприклад, прийнятий сенатом США законопроект вимагає перевести не меншого 10% електроенергії, що виробляється в цій країні, на поновлювані джерела. Програми стимулювання розвитку сонячної енергетики діють і в багатьох інших розвинених країнах. Найбільш помітними з них є програми "Сто тисяч дахів в Німеччині", "Мільйон дахів в США" і "Мільйон дахів в Японії" [4].

Перспективи розвитку альтернативних джерел енергії в Україні. За оцінками фахівців, загальний об'єм "сонячного" сектора енергетики в нашій країні складає близько 2 млрд. кВт-год електроенергії на рік. А ще є величезний потенціал розвитку даного напрямку, починаючи від початкової сировини до готових систем. І можливості для розвитку ланцюжка по перетворенню сонячного випромінювання в електричну енергію, починаючи сировиною для виробництва кремнію і закінчуючи монтажем закінчених систем, в Україні також є. Такий підхід сьогодні спостерігається в стратегії розвитку ВАТ "Квазар", яке замикає велику частину виробничого циклу від вирощування напівпровідникового матеріалу до інсталяції готових фотоелектричних систем електропостачання [6].

Ще до отримання незалежності на території нашої країни діяли такі підприємства як Світловодський завод чистих металів, Запорізький титаномагнієвий комбінат. Мультикристалічний кремній вироблявся колись на Донецькій хіміко-металургійній фабриці (в теперішній час входить до складу Маріупольського металургійного комбінату імені Ілліча). Ще близько 20 років тому ці підприємства проводили левову частку кремнію в масштабах всього колишнього Радянського Союзу, а сьогодні переживають свої не самі кращі часи.

У наші дні найбільш помітним гравцем на ринку виробництва "сонячного" кремнію є ЗАТ "Піллар", що поставляє свою продукцію багатьом зарубіжним виробникам сонячних елементів, серед яких найбільша німецька компанія Q-Cells. Промислове виробництво сонячних елементів і сонячних батарей освоєне на київському заводі "Квазар", науково-технічні напрацювання якого разом з можливістю розвернути величезні виробничі потужності за наявності достатньої кількості сировини дали б змогу Україні посісти гідне місце на світовому ринку постачальників компонентів для сонячних електростанцій [7].

Висновки. Для вироблення і втілення в життя національної стратегії розвитку сонячної енергетики в Україні є все: сировина, досвід, технічні і технологічні напрацювання, підготовка відповідних кваліфікованих кадрів у системі вищої освіти. Справа залишається за наданням галузі ефективної державної підтримки, що дозволить привернути так необхідні сонячній енергетиці інвестиції. Потрібна програма, яка б на державному рівні координувала

участь всіх зацікавлених сторін: окремих громадян, бізнес структури, урядові установи, наукові, промислові та громадські організації.

По аналогії з досвідом провідних держав особлива увага має бути приділена наступним питанням:

❖ пріоритетній державній підтримці проведенню науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт, технічних і маркетингових досліджень в галузі альтернативної енергетики;

❖ сприянню в доступі до пільгових кредитів, безвідсоткових позик та інших інструментів фінансового стимулювання галузі;

❖ навчанню і розповсюдженню інформації про наявний досвід інших країн у виконанні аналогічних програм;

❖ об'єднанню зусиль щодо розвитку галузі з іншими екологічними і соціальними програмами, а також підтримці програми на загальнодержавному рівні.

Ці та інші заходи, безумовно, будуть сприяти збереженню та розвитку відповідного вітчизняного академічного, університетського та галузевого науково-технологічного потенціалу, розширенню міжнародного співробітництва в галузі альтернативної енергетики, зміцненню міжнародного іміджу нашої держави, зменшенню залежності України від найбільших світових постачальників енергетичної сировини, підвищенню рівня її енергетичної безпеки.

Список використаних джерел.

1. Бабієв Г.М., Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи впровадження нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії в Україні. // ЕЛЕКТРИЧНИЙ Журнал,- Запоріжжя: ВАТ "Гамма",1998 №1, - С.63-64.

2. Дероган Д.В., Щокін А.Р. Перспективи використання енергії та палива в Україні з нетрадиційних та відновлюваних джерел.//Бюл. "Новітні технології в сфері нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії", Київ: АТ "Укренергозбереження", 1999.- №2, - С. 30-38.

3. Тижневик «Дзеркало тижня» №47, 18.12.2010, «Отримати свою частину зеленого пирога», А.Святненко, В.Власов,С.14.

4. Третяк Н. «Альтернативні джерела енергії – майбутнє розвитку економіки України» / Н. Третяк, Г. Кірейцев // Техніка і технології АПК. – 2010. – № 5. – С. 19-21.

5. Голованенко В. «Обличчям до сонця й вітру» / Володимир Голованенко // Науковий світ. - 2011. - № 2. - С. 20-25.

6. Власюк Н. П. «Солнечные батареи, за и против / Н. П. Власюк // Радиоаматор. - 2010. - № 11. - С. 38-42.

7. Дев'яткіна С.С. «Альтернативні джерела енергії» : Навчальний посібник / Світлана Дев'яткіна, Тетяна Шкварницька ; М-во освіти і науки України, Нац. авіаційний ун-т. - К. : НАУ, 2006. - 89,[3].

УДК 620.92

РОЗРОБКА ПРИСАДИБНОЇ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКИ

Чорненький В.А.^{**} (магістрант, 1 курс),
 Лучанінов В.Ю.^{*} (11 клас),
 Жарков В. Я.^{**}, к.т.н., доцент

^{*} Семенівська загальноосвітня школа (Запорізька обл.)

^{**} Таврійський державний агротехнологічний університет

Удосконалена присадибна вітроенергоустановка для комбінованого виробництва теплової і електричної енергії з використанням індукційного водонагрівача та синхронного генератора на неодимових магнітах.

202

Постановка проблеми. На сьогоднішній день в нашій країні, крім великої вітроенергетики, необхідно розвивати малу, присадибну, для дачі. Без використання ВНДЕ для автономного енергозбереження фермерських господарств в Україні на сучасному етапі не обійтись. Розуміючи важливість питання енергетичної безпеки держави Урядом вже зроблено перші кроки у цьому напрямі – прийнято Державну цільову економічну програму енергоефективності на 2010 – 2015 роки [1], прийнято закон «Про когенерацію» [2].

Мета статті – Проаналізувати сучасний стан вітроенергетики, конструктивні рішення автономних ВЕУ; спроектувати, запатентувати, підібрати типові промислові вузли для обладнання присадибної автономної ВЕУ в когенераційну.

Основні матеріали дослідження. На опалення і гаряче водопостачання у світі витрачається близько третини палива. Разом з тим, американські вчені вважають, що витрачати високоякісну електричну енергію на отримання низькопотенційної теплоти протирічить здоровому глузду. Низькопотенційну теплоту необхідно отримувати від ВНДЕ – за рахунок енергії Сонця, вітру, біомаси, тощо. В ТДАТУ розроблена і запатентована присадибна ВЕУ для безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту [3]. Проте перед власниками невеликих ВЕУ постає проблема: що робити з вітровою електроенергією, коли в ній немає потреби, а вітер дме. Разом з тим, 40% енергії селянинові потрібні у вигляді низькопотенційної теплоти [4]. Для реалізації когенераційної технології нами розроблена і запатентована присадибна когенераційна вітроенергоустановка (рис.1) [5].

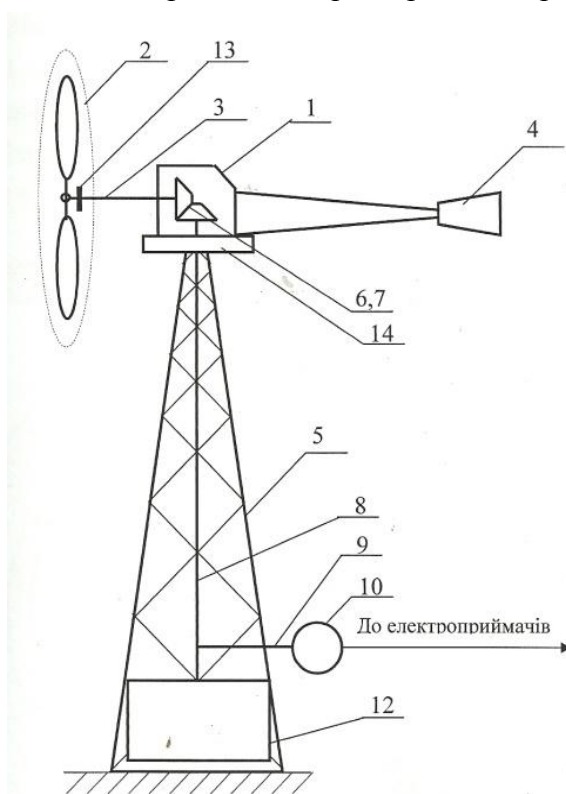


Рис. 1. Схема будови присадибної когенераційної вітроенергоустановки

Присадибна КВЕУ містить поворотну головку 1 з вітроколесом 2 на горизонтальному валу 3, хвіст 4 для установки вітроколеса 2 на вітер, встановлені на вершині гратчастої вежі 5, горизонтальний вал 3 вітроколеса 2 через конічну пару шестерень 6,7 і вертикальний трансмісійний вал 8 з'єднаний кінематично з валом 9 електрогенератора 10, до статорної обмотки якого приєднані електроприймачі (умовно не показані), і окремо - з вихідним валом 11 індукційного перетворювача 12. Вітроколесо 2 закріплене на маточині 13, жорстко з'єднаний з горизонтальним валом 3.

Для виробництва теплоти використано запатентований в ТДАТУ індукційний перетворювач енергії вітру в теплоту (ІПЕВТ), будова якого подана на рисунку 2 [3]. На вихідному

Для виробництва теплоти використано запатентований в ТДАТУ індукційний перетворювач енергії вітру в теплоту (ІПЕВТ), будова якого подана на рисунку 2 [3]. На вихідному

валу 11 індукційного перетворювача 12 жорстко закріплений дисковий ротор 18 з можливістю вільного обертання між нерухомими, співвісно розташованими дисковими магнітопроводами 19,20 з зубчастою будовою прилеглих, дзеркально розташованих торцевих поверхонь. Індукційні обмотки 21 розташовані в кільцевій канавці 22 зубчастого торця кожного магнітопроводу 19,20. Дисковий ротор 18 виконаний із маловуглецевої сталі з високою магнітною проникливістю. Диск 18 покритий з обох боків шаром матеріалу з високою електропровідністю, наприклад міддю чи алюмінієм, і оснащений радіальними лопатями 23. Магнітопроводи 19,20 і дисковий ротор 18 установлений співвісно і поміщені в циліндричний резервуар 24 з вхідним 25 та вихідним 26 патрубками. Резервуар 24 виготовлений із немагнітного матеріалу, наприклад із термопластика, і заповнений рідиною.

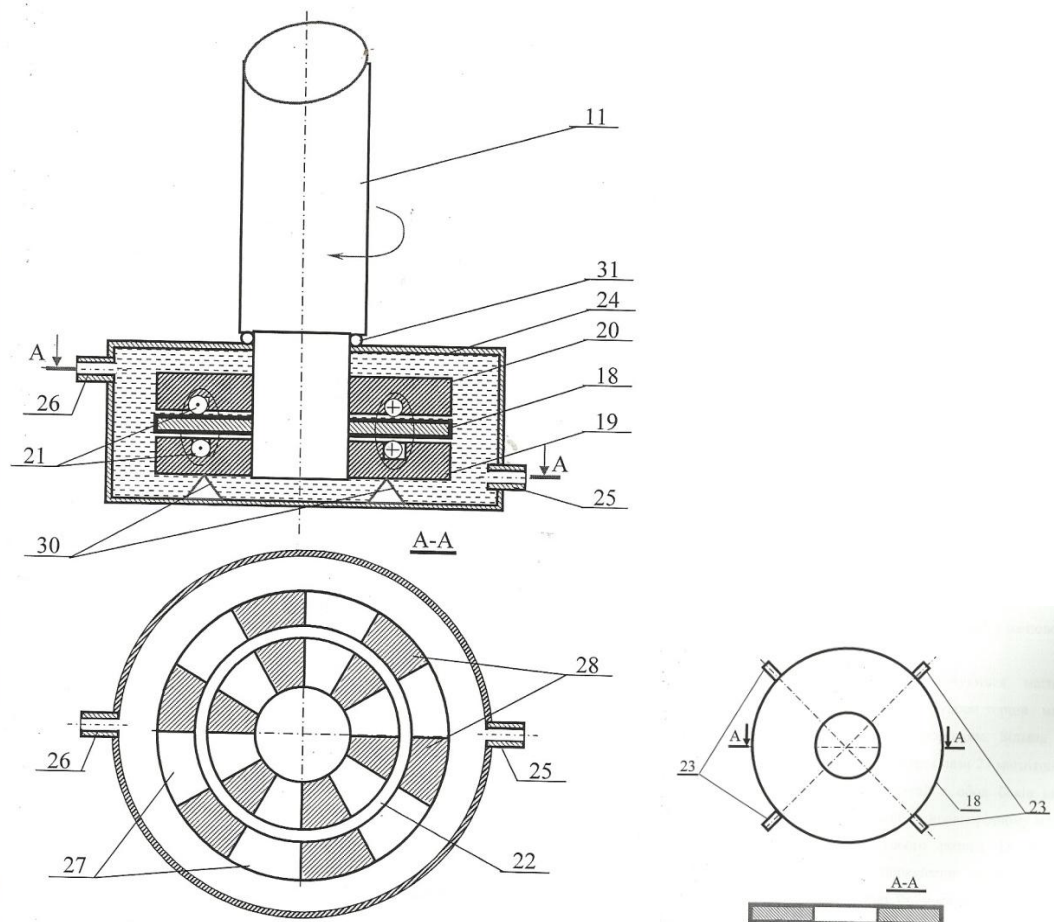


Рис. 2. Індукційний перетворювач енергії вітру в теплоту

Радіальні лопаті 23 розташовані симетрично на ободі дискового ротора 18 під кутом до спільної вертикальної вісі з робочим зусиллям в напрямку до вихідного патрубка 26. В прилеглих торцях дискових магнітопроводів 19,20 виконані радіальні пази 27 з постійним кроком і шириною утворених радіальних зубців 28, рівною ширині пазів 27. Зубчасті поверхні прилеглих торців нижнього 19 і верхнього 20 магнітопроводів розташовані дзеркально (зуб проти зуба, а паз проти пазу), а їхні індукційні обмотки 21 збуджені постійним струмом в одному напрямку. Дискові магнітопроводи 19,20 закріплені в циліндричному резервуарі 24 на опорах 29. Радіальноупорний підшипник 30 забезпечує фіксований зазор між прилеглими торцями магнітопроводів 19,20 більший товщини дискового ротора 18.

Для виробництва електроенергії запропоновано багатополосний генератор власної конструкції. Пропонуємо оптимальну, на наш погляд, конструкцію багатополосного синхронного генератора змінного струму на постійних магнітах. Схематично конструкція генератора подана на рис 3.

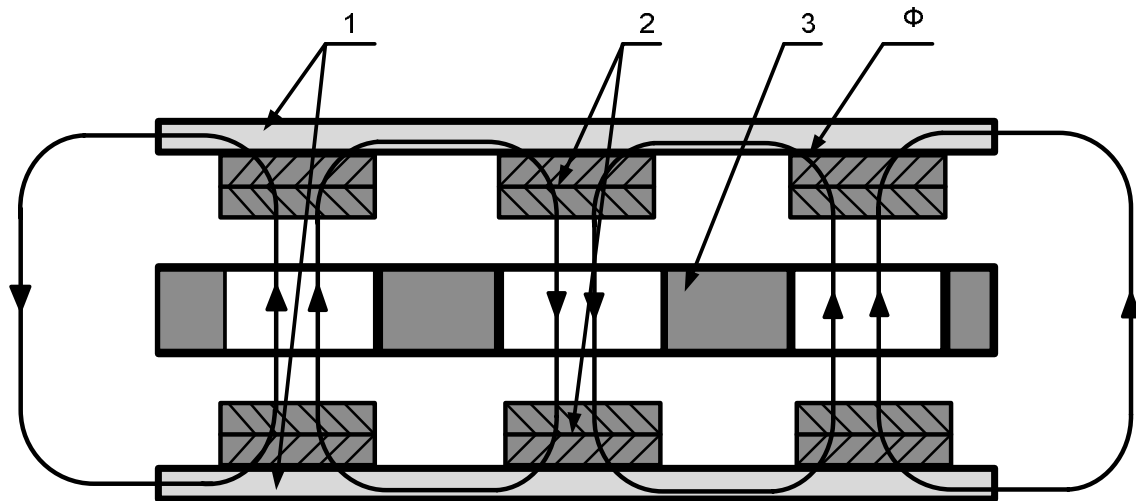


Рисунок 3 – Конструкція багатополюсного генератора на неодимових магнітах:
1- диски ротора; 2 – неодимові магніти; 3 - котушки статора; Φ - магнітний потік.

Запропонована конструкція синхронного генератора на постійних неодимових магнітах складається із двох сталевих обертових дисків ротора 1 із закріпленими на них неодимовими магнітами 2 й нерухомим статором з котушками 3 без осердя. Магніти 2 встановлені з полярністю, що чергується, тому кількість магнітних полюсів генератора повинна бути парною. Магніти обох дисків спрямовані один до одного різнойменними полюсами. Між магнітами 2 дисків у повітряному зазорі створюється магнітний потік Φ , що проходить через котушки 3 нерухомого статора. Диски ротора з'єднані з валом вітрогенератора й, обертаючись, збуджують своїми магнітними силовими лініями ЕРС у котушках статора. Цей генератор може бути як однофазний так і трифазний.

Основна задача полягає у визначенні величини проміжку, параметрів котушки, діаметру дроту та кількості витків при наявній кількості магнітів.

Висновки. Для присадибної вітроенергетики найбільш прийнятна когенераційна технологія. Для безперебійного постачання фермерських господарств енергією варто віддавати перевагу комбінованому використанню КВЕУ з іншими ВНЕ. Для отримання теплової енергії запропоновано використовувати ІПЕВТ, а для отримання електроенергії запропонований нами багатополюсний генератор на постійних неодимових магнітах. Впровадження запатентованої нами КВЕУ сприяє зменшенню витрат викопного палива, а отже зменшенню викидів парникових газів, що забруднюють атмосферу і призводять до потепління клімату на Землі, економить кошти на енергозабезпечення домогосподарства.

Список використаних джерел

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010-2015 рр. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 р., №243.
2. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» // Відомості Верховної Ради України, 2005, №20, ст. 278 (із змінами від 07.07.2011).
3. Пат. Україна 61502 МПК (2011.01) F03D1/06 F03D9/00. Присадибна вітропелова установка/ В.Я.Жарков, В.Ю. Лучанінов.- Оpubл. 25.07.2011.- Бюл. №14.
4. Жарков В. Я. Сучасні проблеми розвитку присадибної вітроенергетики/ В.Я. Жарков // Наукове видання «Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об'єктів» - Донецьк: ДонНТУ, 2012. – С. 127-128.
5. Пат. Україна 73286 МПК (2012.01) F03D9/00, F03D1/06 (2006.01), H05B6/06. Присадибна когенераційна вітроенергоустановка/ В.Я.Жарков, В.Ю. Лучанінов, Д.М. Просвірін.- Оpubл. 25.09.2012.- Бюл. №18.

УДК 621.31

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ СІЛЬСЬКОГО НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

Ломиш В.В., (11 клас)*,
Шевченко В.С. (магістрант, 1 курс)**
Жарков В.Я.* , к.т.н., доцент

* Загально-освітня школа №4 (м. Мелітополь)

** Таврійський державний агротехнологічний університет

205

Розроблена раніше схема економного керування вуличним освітленням СНП доповнена автономним світильником з датчиком руху, установленими на опорі в місцях можливого зосередження мешканців села, наприклад на автобусних зупинках, в темну пору

Постановка проблеми. В Україні прийнята Державна цільова науково-технічна програма "Розробка і впровадження енергозберігаючих світлодіодних джерел світла та освітлювальних систем на їх основі". Метою цієї Програми є розроблення і організація виробництва енергоекономічних джерел світла для суттєвого зменшення витрат електроенергії на освітлення, підвищення його якості, зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища. Отже, тема наукової роботи є досить актуальною, як для мешканців села, так і для країни, і для світового людства загалом.

Аналіз останніх досліджень. На сучасному етапі розвитку народного господарства, особливу роль відіграє економія енергії, яка бере участь у формуванні будь-якого корисного цільового ефекту. Розробка системи керування вуличним освітленням сільського населеного пункту (СНП) зменшить електроспоживання, викиди парникових газів (ПГ), а отже направлена проти потепління клімату на Землі. На реалізацію цієї проблеми спрямовані наші наукові розробки [1-4].

Мета статті. Вдосконалити систему освітлення СНП, провести експериментальні дослідження щодо визначення затримки часу датчика руху.

Основні матеріали дослідження. Нами розроблена і запатентована енергоекономічна система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту [2,3].

Ввімкнення котушки струмового реле 10 в силову мережу 2, а контактів 12 струмового реле – в мережу вуличного освітлення забезпечує відключення вуличного освітлення в залежності від наявності струму в силовій мережі, а це дозволяє використовувати схему для енергоекономічного керування вуличним освітленням СНП [1,2].

При появі людей в темну пору доби в місцях їх можливого зосередження, наприклад, на автобусній стоянці, спрацьовує датчик руху, і своїм замикаючим контактом підключає автономний світильник до одного із фазних проводів силової електромережі. Після покидання людьми зони дії датчика руху, останній з витримкою часу своїм контактом вимикає автономний світильник [3,4]. І це дозволяє використовувати систему для керування вуличним освітленням, наприклад, СНП.

Таким чином, запропонована корисна модель реагує на появу людей в темну пору доби в місцях їх можливого зосередження, наприклад, на автобусній стоянці, спрацьовує датчик руху, що дозволяє використовувати його для автоматизації вуличного освітлення сільських вулиці з метою економії електроенергії. Технічна сутність і принцип роботи запропонованої електричної схеми пояснюється графічним матеріалом.

На рис. 1 подана комбінована електрична система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту [3].

Схема містить джерело живлення 1, силову електромережу 2, електромережу вуличного освітлення 3, приєднану до силової електромережі 2 через послідовно ввімкненні контакти автоматичного вимикача 4 та магнітного пускача 5, фотореле 6, контакти якого 7 ввімкнені в коло котушки 8 магнітного пускача, струмове реле 9, котушка якого 10 ввімкнена в один із

фазних проводів силової електромережі 2 через трансформатор струму 11, а контакти струмового реле 12 ввімкнені в коло котушки 8 магнітного пускача послідовно з контактами 7 фотореле 6. На опорі ЛЕП установлені автономний світильник 13 і датчик руху 14 зі своїм замикаючим контактом 15. Пристрій працює за таким принципом. Від джерела живлення 1, яким виступає трансформатор 10/0,4, обмотки якого з'єднані за схемою зірка з нулем, струм подається в силову електромережу 2, до якої через силові контакти 5 магнітного пускача приєднана освітлювальна електромережа 3.

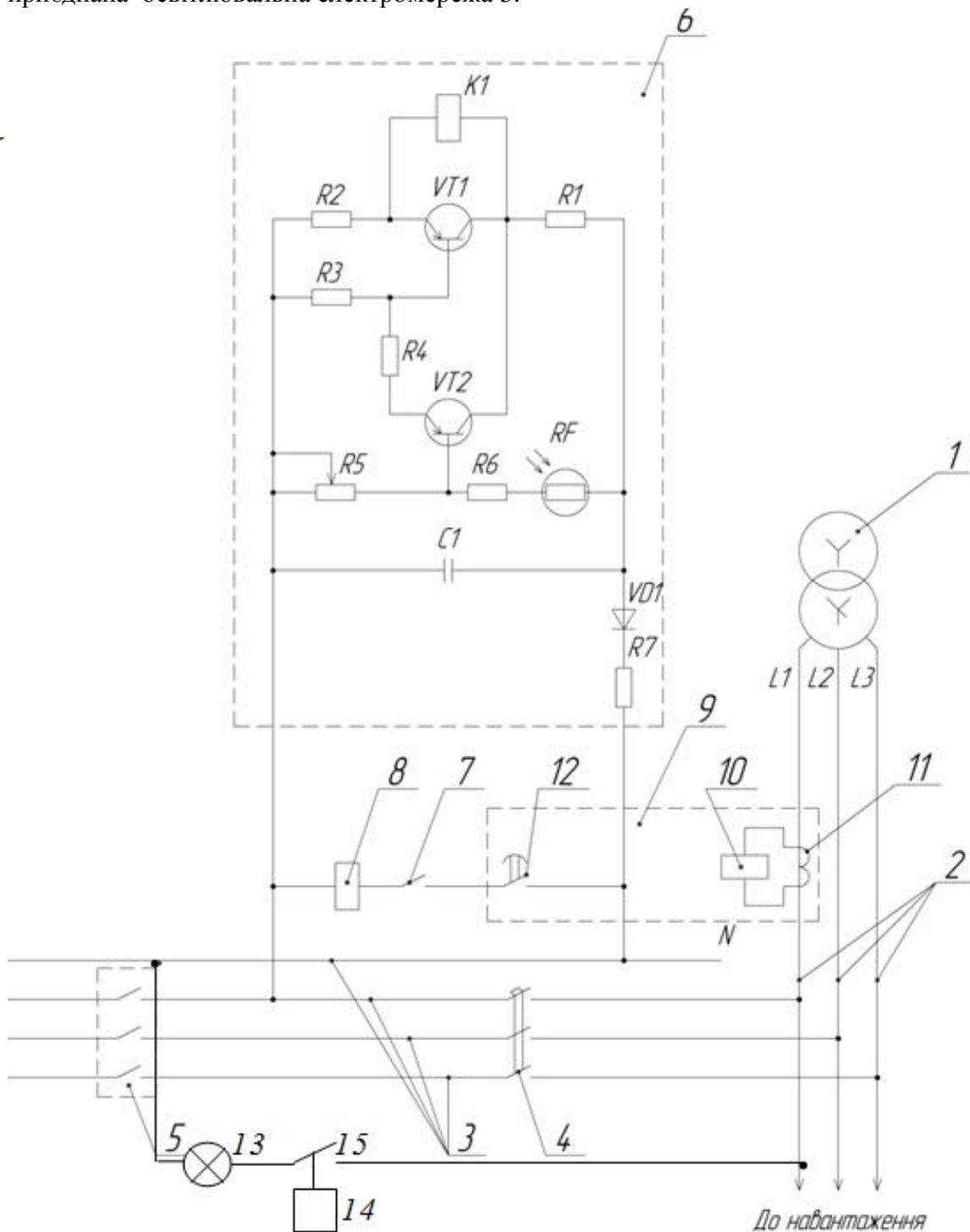


Рисунок 1 - Комбінована електрична система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту (патент №72097)

При зменшенні освітленості до $1,3 \pm 1$ лк спрацює фотореле 6 і своїм замикаючим контактом 7 вмикає котушку 8 магнітного пускача, силові контакти 5 якого вмикають освітлювальну електромережу 3.

Глибокої ночі, коли споживачі перестають користуватися електроприладами, струм в силовій електромережі 2 зменшується, спрацьовує струмове реле 9, наприклад РТ-85, його контакт 12 в колі котушки 8 магнітного пускача розмикається, силові контакти 5 магнітного пускача розмикаються і вимикають мережу вуличного освітлення 3. При появі людей в темну пору доби в місцях їх можливого зосередження, наприклад, на автобусній стоянці, спрацьовує датчик руху 14, і своїм замикаючим контактом 15 підключає автономний світильник 13 до одного із фазних проводів силовій електромережі 2. Після покидання людьми зони дії датчика руху 14, останній з витримкою часу (4-5 с) своїм контактом 15 вимикає автономний світильник 13. Вранці при ввімкненні перших електроприладів струм в силовій електромережі 2 знову збільшується, спрацьовує струмове реле 9, з витримкою часу замикаються його контакти 12 в колі котушки 8 магнітного пускача, і силові контакти 5 магнітного пускача вмикають електромережу вуличного освітлення 3. При збільшенні освітленості до 7 ± 2 лк спрацьовує фотореле 6, його контакт 7 в колі котушки 8 магнітного пускача розмикається, і останній своїми силовими контактами 5 вимикає вуличне освітлення.

Таблиця 1 - Вимірювання затримки часу датчика руху

№	Транспорт	Відстань, м	Швидкість, км/год	Час, с	Затримка часу (датчика руху), с
1	Легкові автомобілі	22 м	55	1,5	2
2			50	1,6	2
3			45	1,7	2
4	Вантажні автомобілі		50	1,6	2
5			45	1,8	2
6			40	2,0	3
7	Трактор		35	2,4	3
8			30	2,6	4
9			23	3,4	4
10	Велосипед		18	4,4	5
11			17	4,7	5
12			16	4,9	5
13	Пішохід		7	11,3	5
14			5	15,8	5
15			4	19,8	5

Час, за який транспортний засіб проїде зону дії датчика руху, я визначав за такою формулою

$$t = \frac{2R}{V}$$

де R – радіус зони дії датчика руху, в м (22м);
 V – швидкість транспортного засобу (м/с)

Під час експерименту повз зону дії датчика проїжджали автомобілі (легкові та вантажні) зрізною швидкістю (40 – 60 км/год). При цьому я встановив затримку датчика руху в межах 5 – 6 с, і він не спрацьовував, що й відповідало поставленій задачі. Так, як в селі є й інша сільськогосподарська техніка, із значно меншою швидкістю руху, я провів дослідження, коли проїжджав трактор, швидкість якого становила (20 – 45 км/год). Датчик руху при цьому також не спрацьовував. Коли рухався велосипедист похилого віку (швидкість 15 – 18 км/год), датчик руху також не спрацьовував.

Провівши експериментальні дослідження я встановив необхідну затримку часу датчика руху. Ці дослідження підтвердили наші попередні роботи та теоретичні знання на цю тему.

Таким чином, запропонована корисна модель за патентом №72097 [3] реагує не тільки на зміну природної освітленості і споживання електроенергії в лінії, а й на появу людей в місцях їх можливого зосередження в пізній час, наприклад, на автобусних зупинках, що дозволяє використовувати її для автоматизації вуличного освітлення сільських вулиць з метою економії електроенергії і коштів громади на її оплату.

Заміна традиційних ламп розжарення на енергозберігаючі для освітлення СНП дає 80% економії (за рахунок більш високого ККД). Впровадження запропонованої нами системи за рахунок скорочення тривалості ввімкнення вуличного освітлення дасть 50% економії від звичайної системи автоматичного управління (від 20% -го залишку). Таким чином економія електроенергії і коштів для бюджету громади СНП становитиме 90%.

Економія 1 кВт.год електроенергії призведе до зменшення спалення палива на ТЕС приблизно на 0,33 кг і відповідно – до зменшення викидів ПГ на 1 кг.

Заміна половини ЛР на ЕЗЛ в Україні дасть 80% економії електроенергії від її частки, що витрачається на штучне освітлення, тобто близько 10 млрд. кВт.год. щорічно, що призведе до зменшення викидів ПГ, зокрема тільки CO₂ на 10 млн. т.

За Кіотським протоколом квоту на викиди ПГ можна продати країнам з розвинутою економікою, таким як Німеччина, чи Японія. «Кіотські» кошти повинні бути спрямовані на розробку і впровадження відновлювальних і нетрадиційних джерел енергії.

Результати наших наукових досліджень доповідалися на національному турі міжнародного конкурсу «Енергія і середовище -2012», і на Всеукраїнському конкурсі юних винахідників, де відмічені відповідно дипломами 3-го і 2-го ступенів.

Висновок. Автоматизоване управління вуличним освітленням дозволяє економити не менше 90% електроенергії, зберігаючи комфортність для мешканців села.

Отже від впровадження запропонованої системи виграє громада, держава і світова спільнота.

Список використаних джерел

1. *Ломии В.В.* Енергоекономічна схема керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ *В.В. Ломии, С.Е. Потривай, В.Я. Жарков* // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. -Донецьк: ДонНТУ.- 2011.- С.178-180.
2. Пат 63730 Україна, МПК (2011.01) H02B37/02. Електрична схема керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ *В.Я. Жарков, В.В. Ломии, С.Е. Потривай.*- Оубл.25.10.2011.-Бюл. № 20.
3. Пат.72097 Україна МПК (2011.01) H02B37/02. Комбінована електрична система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ *В.В. Ломии, В.Я. Жарков.* - Оубл. 10.08.2012.-Бюл. №15.
4. *Ломии В.В.* Комбінована система керування вуличним освітленням сільського населеного пункту/ *В.В. Ломии, В.С. Шевченко, В.Я.Жарков* // Матеріали наук.-техн. конференції студентів та магістрантів Таврійського державного агротехнологічного університету. Випуск XI, т II.- Мелітополь: ТДАТУ, 2012.- С. 219-223.

УДК 620.92

СОНЯЧНІ ВАКУУМНІ КОЛЕКТОРИ НА ДАХАХ БЮДЖЕТНИХ УСТАНОВ У М. МЕЛІТОПОЛЬ

Рудлевич Д.В.,
Супрун В.Ю.,
Левченко О.О. (3 курс),
Жарков В.Я. к.т.н., доцент
Никифорова Л.Є. д.т.н., професор

Таврійський державний агротехнологічний університет

Проаналізовано роботу сонячних вакуумних колекторів та початковий досвід їх експлуатації в бюджетних установах міста

209

Постановка проблеми. На сьогоднішній день, коли в світовій економіці відзначають істотний спад, галузь сонячної енергетики, одна з не багатьох, що динамічно розвивається. На підвищення ефективності використання сонячної енергії в нашій країні спрямована і Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010-2015 роки [1].

Мета статті. Проаналізувати роботу сонячних колекторів і обґрунтувати можливість для цілорічного використання вакуумних колекторів в нашому регіоні.

Аналіз останніх досліджень. Для Запорізької області загальний потенціал сонячної енергії становить $34,8 \cdot 10^9$ МВт•год/рік; технічний потенціал - $16,7 \cdot 10^7$; доцільно-економічний потенціал - $2,6 \cdot 10^5$ МВт•год/рік [2]. Останні визначаються рівнем розвитку науки і техніки, і задача науковців сприяти збільшенню технічного і доцільно-економічного потенціалів. Один із способів збільшення цих показників - це використання вакуумних СК [3]. На це спрямовані навчальний процес і наукові розробки студентів ТДАТУ [4,5].

Основні матеріали дослідження. Сонячний колектор (СК) - пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка), що переноситься видимим світлом і ближнім інфрачервоним випромінюванням. (рис1).



Рисунок 1 - Сонячні вакуумні колектори на даху бюджетної установи міста

Провідними країнами у використанні сонячних теплових установок (плоскі сонячні колектори і колектори з вакуумованими трубками) є: Китай - 65,1 ГВт теплової потужності, Туреччина - 6,6 ГВт, Німеччина - 5,6 ГВт, Японія - 4,7 ГВт, Ізраїль - 3,4 ГВт. За ними слідує Греція - 2,3 ГВт, Бразилія - 2,2 ГВт, Австрія - 1,9 ГВт, США - 1,6 ГВт і Австралія - 1,1 ГВт [6]. На великий жаль Україна в цьому списку відсутня.

І ось 12.11.2011 газета «Мелітопольські відомості» повідомила: На даху Мелітопольського міжрайонного пологового центру йде монтаж сонячних батарей. Вода, нагріта в шести блоках колектора, буде подаватися в 700-літровий бак в підвалі будівлі, змішуватися з водою, підігрітою бойлером, і витратиться на потреби медиків і пацієнтів. Таким чином, витрати на електроенергію вдасться зменшити приблизно на 70 відсотків. Вартість обладнання - 65 тис. грн. - оплатив міський бюджет (за рахунок Кіотських коштів), термін окупності - близько двох років, термін служби - 25 років. Якщо установка доведе свою ефективність, такі ж сонячні батареї в майбутньому з'являться в дитсадках міста [Джерело - Репортер.ua]. Ми на місці ознайомилися (див. фото) з паспортними даними і роботою вакуумного СК (таблиця 1).

Таблиця 1 – Технічні (паспортні) дані вакуумного сонячного колектору CD-1800/58-12

Фізичні параметри	
Виробник	Алиста LLC, м. Дніпропетровськ
Загальна довжина	1,984 м
Загальна ширина	1,016 м
Загальна висота	0,185 м.
Загальна площа	2,016 м ²
Площа діафрагми	1,395 м ²
Площа абсорбера	2,328 м ²
Маса порожнього СК	51,0 кг
Об'єм рідини	0,8 л
Матеріал скління	боросилікатне скло
Товщина скла	2,2 мм
Тип теплоносія (рекомендації виробника)	водогліколевий
Потік рекомендований в діапазоні	180 - 480 л / год
Номінальна витрата	360 л / год
Абсорбер (поглинач)	
Кількість абсорберів	12
Крок абсорбера	80,0 мм
Абсорбційний елемент	евакуаційні подвійні скляні трубки
Довжина елемента абсорбера	1707,0 мм
Ширина елемента абсорбера	46,0 мм
Товщина елемента абсорбера	1,60 мм
Покриття	Cu / Al / сс.
Скло через елемент	мідні трубки / теплові трубки
Максимальна температура	99 °С
Максимальний робочий тиск	6 бар (ат)

Пікова потужність колекторного блоку для нормального опромінення у випадку 1000 Вт/м² становить 500...873 Вт.

Вихідна потужність на колекторному блоці при опроміненні $G = 1000 \text{ Вт/м}^2$, залежно від перепаду температур $T_m - T_a = 30...50^\circ\text{C}$, становить $P = 850...727 \text{ Вт}$.

Система на базі вакуумних СК призначена для виробництва гарячої води заданої температури шляхом поглинання сонячного випромінювання, перетворення його в тепло, акумуляції та передачі споживачеві (таблиця 1).

Всесезонний трубчастий вакуумний колектор ефективний для застосування в цілорічному режимі в будь-якому регіоні України. ККД колектора - до 95%. Володіє високою продуктивністю в умовах низької сонячної інсоляції. Термоізоляція теплообмінника 75 мм. Алюмінієва рама колектора дозволяє зменшити навантаження на несучі конструкції покрівлі. Універсальна конструкція рами розрахована на установку колектора на будь-який тип покрівлі: від горизонтальної до вертикальної поверхонь. Установка відбувається безпосередньо на даху будівель таким чином, щоб найбільш ефективно використовувати площу даху для збору енергії. Колектори монтуються під кутом, що відповідає географічній широті місця його установки. Для нашого регіону оптимальний кут установки становить 47° .

Для підтримки оптимальної температури в системі гарячого водопостачання (ГВП) в системі застосовується буферний бак-теплообмінник (рис.2), який являє собою автоматизовану систему перетворення, підтримки та збереження тепла, отриманого від енергії сонця, а також від інших джерел енергії (в нашому випадку від електронагівача), які підтримують систему при недостатній кількості сонячного випромінювання.

Нагріта від доступних джерел тепла вода може використовуватися і як теплоносієм для існуючої системи опалення.

Контролер (див. на баку рис.2) автоматично підтримує самі оптимальні параметри циркуляції і забезпечує комфортну задану температуру системи ГВП. Електронні контролери - це обов'язковий елемент геліосистем із примусовою циркуляцією теплоносія. Він отримує інформацію від датчиків температури (один з яких обов'язково знаходиться в СК) і вибирає необхідний режим роботи. Ефективність і безпека геліосистеми в значній мірі залежать від контролера: правильності закладених алгоритмів роботи геліосистеми, надійності елементів.

За відсутності достатньої сонячної активності або в нічний час, автоматика системи забезпечує мінімально необхідне залучення додаткової енергії для підтримки заданої температури. Система володіє малою інерційністю, швидким виходом на робочий режим і дозволяє забезпечити середньорічну економію енергоносіїв до 50%.

Особливості та переваги: наявність додаткових функцій для малих і середніх геліосистем; зручність і надійність експлуатації; режими установки максимальних температур для накопичувальних баків; відображення і керування різними пристроями (насоси, 2-х і 3-х ходові електроклапани, електричні нагрівачі і традиційні котли).

Вакуумні СК працюють при значних мінусових температурах (до -30°C). Можливе підвищення температур теплоносія аж до $250-300^{\circ}\text{C}$ в режимі обмеження відбору тепла. Додог-



Рисунок 2 – Бак- накопичувач



Рисунок 3 – Бак- компенсатор

тися цього можна за рахунок зменшення теплових втрат в результаті використання багат шарового скляного покриття, герметизації або створення в колекторах вакууму.

Фактично сонячна тепла труба є пристрій схожий з побутовими термосами. Тільки зовнішня частина труби прозора, а на внутрішній трубці нанесено Високоселективне покриття, щоб вловлювати сонячну енергію. Між зовнішньою і внутрішньою скляною трубкою знаходиться вакуум. Саме вакуумний прошарок дає можливість зберегти близько 95% уловлюваної теплової енергії.

Крім того, у вакуумних СК знайшли застосування теплові трубки, що виконують роль провідника тепла. При опроміненні установки сонячним світлом, рідина, що знаходиться в нижній частині трубки, нагріваючись перетворюється на пару. Пара піднімається у верхню частину трубки (конденсатор), де конденсуючись передає тепло колектору. Використання даної схеми дозволяє досягти більшого ККД (у порівнянні з плоскими СК) при роботі в умовах низьких температур і слабого опромінення.

Досвід експлуатації вакуумного СК в Москві показує, що на практиці в травневий день з мінливою хмарністю отримали продуктивність однієї реальної вакуумної трубки близько 1кВт•год теплоти.

На пологовому будинку встановлено 6 секцій по 15 вакуумних трубок і 4 по 25 трубок. Всього 190 вакуумних трубок. За один весняний день вони, з врахуванням московського досвіду, повинні видавати не менше 190 кВт•год теплоти.

На превеликий жаль, неодноразові повідомлення «Мелітопольських відомостей» за осені 2012-2013 рр. про роботу наших СК не підтверджують такої продуктивності. На час написання цієї статті половина секцій СК не працювала (відімкнена).

У кінці статті хотілося б сказати і про геліосистеми, які часто використовуються в системах гарячого водопостачання в замських будинках і котеджах. Геліосистема являє собою такий пристрій, який здатен перетворювати сонячне випромінювання в будь-які інші, придатні в експлуатації, різновиди енергії, а саме електричну та теплову. Окупність геліосистем в межах 2,5 років.

Висновок. Вакуумні сонячні колектори нагрівають воду протягом усього року. Сонячні колектори з вакуумними трубками в середньорічному значенні за своєю тепловіддачею на 1 м² площі абсорбера на 25-40% ефективніше ніж колектори інших типів.

Список використаних джерел

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010-2015 рр. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 01.03.2010 р., №243.
2. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України/ С.О. Кудря. – Київ: Інститут електродинаміки.- 2001.- 40 с.
3. Якубов А. Х. Солнечные коллекторы – лучший способ экономии /А. Х. Якубов// Энергосбережение.-2009.-№7.-С.-22-24.
4. Елементи розрахунку плоского сонячного колектору// Методичні вказівки для проведення практичних занять з дисципліни Енергозбереження і енергоменеджмент/ Укладач: к.т.н., доцент В.Я. Жарков. - Мелітополь: ТДАТУ, 2010.- С. 57-61.
5. Юдіна О.В. Екологічно чисті та економічно ефективні способи опалення власної присадибної теплиці/ О.В. Юдіна, В.Я. Жарков// Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ, 2010.- С.121-124.
6. Митина И. В. Повышение эффективности солнечных коллекторов с вакуумированными стеклопакетами: автореф. дисс.... канд. техн. наук.-М., 2009.

УДК 621.362.2

СОНЯЧНА ЕНЕРГОУСТАНОВКА НА ОСНОВІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Шляпіна О.В.,
Рудов Д.Ю. (4 курс),
Кашкар'єв А.О.

Таврійський державний агротехнологічний університет

У статті розглянуті проблеми експлуатації сонячних елементів та принцип дії термоелектричних перетворювачів. Наведені статичні характеристики модулів Пельт'є у генераторному режимі та режимі охолодження.

Запропоновано конструкцію сонячної енергоустановки.

213

Постановка проблеми. Сьогодні важко заперечувати важливість альтернативної енергетики у світовій економіці та майбутнього Світу [2, 5]. Україна не є винятком! Додає актуальності даному питанню вартість енергоресурсів, яка стало збільшується.

Аналіз останніх досліджень. В результаті аналізу літератури була акцентована увага на сонячній енергетиці, які характерні певні недоліки [5]: робота у день, залежність загальної потужності установки від площі покриття, недоцільність фокусування сонячних променів на чутливих елементах, крихкість фотоелементів, зниження їх ККД при нагріванні. Вплив цих недоліків вдається зменшити за рахунок модернізації способів виготовлення фотоелементів та готових енергоустановок, а також додавання охолодження корпусу та підложки батареї [3, 4]. Але ці заходи, у своїй більшості, призводять до ускладнення конструкції та збільшення вартості установки. Тому виникає задача принципової зміни або удосконалення сонячних енергоустановок.

В результаті аналізу літературних джерел було приділено увагу термоелектричним елементам Пельт'є [2, 6, 7], які отримали поширення у задачах охолодження комп'ютерних мікросхем та автомобільних холодильників. Але їх можливості набагато більші.

В основі роботи термоелектричного модулів (ТЕМ) лежить ефект, відкритий французом Жаном Пельт'є, який в 1834 г. виявив, що при протіканні постійного електричного струму в ланцюзі, що полягає з різномірних провідників, у місцях їх з'єднання поглинається або виділяється, залежно від напрямку струму, тепло [7]. При цьому кількість цієї теплоти пропорційно струму, що проходить через нього [6]. Найбільше сильно ефект Пельт'є проявляється на контактах напівпровідників з різним типом провідності (р- або n-). Пояснення ефекту Пельт'є полягає у взаємодії електронів провідності, що сповільнилися або прискорилися в контактному потенціалі р-n переходу, з тепловими коливаннями атомів. У результаті, залежно від напрямку руху електронів і, відповідно, струму, відбувається нагрівання (T_h) або охолодження (T_c) ділянки напівпровідника, що безпосередньо примикає до спаю (р-n або n-p переходу) [7].

Одиничним елементом ТЕМ є термопара, що полягає з одного провідника (вітки) р-типу й одного провідника n-типу. При послідовному з'єднанні декількох таких термопар теплота (Q_c), що поглинається на контакті типу n-p, виділяється на контакті типу р-n (Q_h). Термоелектричний модуль являє собою сукупність таких термопар, звичайно з'єднаних між собою послідовно по струму й паралельно по потоці тепла. Термопари містяться між двох керамічних пластин. Вітки припаюються на мідні провідні майданчики, які кріпляться до спеціальної теплопровідній кераміці, наприклад, з оксиду алюмінію. Кількість термопар може варіюватися в широких межах - від декількох одиниць до декількох сотень, що дозволяє створювати ТЕМ з холодильною потужністю від часток вата до сотень ват [6].

При проходженні через ТЕМ постійного електричного струму виникає різниця температур ($dt=T_h-T_c$) між його сторонами: одна пластина охолоджується, а інша – аґрівается. При використанні модуля Пельт'є необхідно забезпечити ефективний відвід тепла з його га-

рячої сторони [1, 6]. Треба врахувати, що відводити прийде не тільки "тепло, що перекачується", але, що й додається (приблизно 50%) самим модулем. Якщо підтримувати температуру гарячої сторони модуля на рівні температури навколишнього середовища, то на холодній стороні можна одержати температуру, яка буде на десятки градусів нижче. У високоякісних серійних елементах відомих виробників, різниця температур може досягати 74 °С на одному каскаді. Модуль є оборотним, тобто при зміні полярності постійного струму гаряча й холодна пластини міняються місцями [7], а при нагріванні сторони або охолодженні, тобто створення різниці температур між обкладинками модуля – генерується термоелектрорушійна сила [1].

Для роботи модуля необхідне джерело постійного струму. Пульсації постійного струму не повинні перевищувати 5 %. Якщо рівень пульсацій буде вище, те характеристики модуля відхиляються від паспортних і погіршуються. Постійний струм може бути створений як джерелом струму, так і джерелом напруги, але останні використовуються більш широко. Слід зазначити, що робоча величина струму в стаціонарному режимі може бути менше свого первісного значення приблизно на 20-35 % [6].

Подаване на модуль напруга визначається кількістю пар галузей у модулі. Найпоширенішими є 127-парні модулі, величина максимальної напруги для яких становить приблизно 16 В. На ці модулі звичайно подається напруга живлення 12 В, тобто приблизно 75 % від величини U_{\max} .

Мета статті полягає у вивченні можливості використання термоелектричних модулів Пельт'є як електрогенеруючого елемента сонячної батареї, а також надати пропозиції щодо конструкції сонячної енергоустановки.

Основні матеріали дослідження. Для вивчення характеристик ТЕМ нами розроблений стенд (рис. 1), який дозволяє визначити діапазон зміни контрольованих параметрів у режимі термоперетворювача й генератора напруги, а також допоможе визначити структуру й конструкцію сонячної енергоустановки. У пробних експериментах використовувався ТЕМ з такими параметрами: потужність – 60 В; максимальна напруга – 15,2 В; максимальний струм – 6 А; максимальна різниця температур – 27 °С; омичний опір – 1,3 ÷ 1,5 Ом.



Рис. 1. Зовнішній вигляд іспитового стенда:
1 – автоматичний вимикач; 2 – ЛАТР; 3 – випрямляч; 4, 5, 6 – мультиметри для виміру постійної напруги, струму й температури відповідно; 7 – ТЕМ Пельт'є

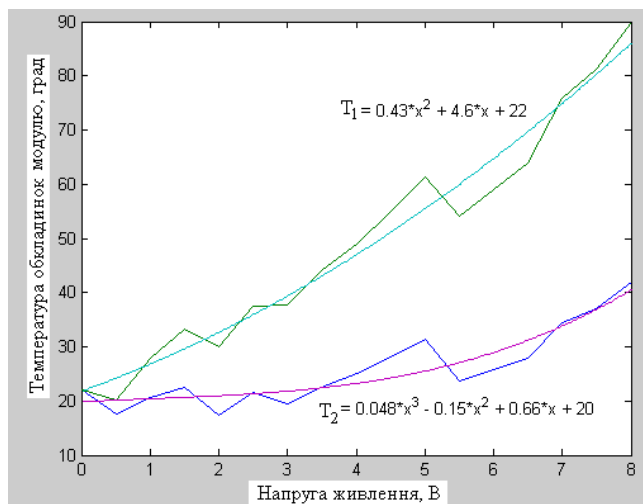


Рис. 2. Статична характеристика зміни температури обкладинок модуля залежно від напруги живлення

Враховуючи, що ТЕМ передбачається використовувати в енергоустановці, у якій не передбачається напруга більше 5 В, та в експериментах напруга вище даного значення не піднімалося. ТЕМ проохолоджувалися до початкової температури обох сторін +24 °С. Отримані дані представлені графічно (рис. 2).

Отримані дані показують нелінійні залежності між напругою живлення, температурою обкладинок модуля й струму споживання модулем (рис. 3. а). У подальших дослідженнях

необхідно уточнити вплив температури обкладинок один на одного при різних видах охолодження й відповідно чутливість елементів на порушення режимів тепловідводу.

Як видно з графіку зміни струму (рис. 3, а), ТЕМ, як і фотоелементи, має насичення у діапазоні 1,5 А (максимальний струм у режимі охолодження для даного типу модуля становить 6А), що не дозволяє дорівняти потужність охолодження до потужності генерування й вимагає додаткових досліджень. Насичення обумовлене збільшенням різниці температур, при якому знижується опір модуля. У досліджуваному діапазоні напруга на виводах модуля зростає лінійно (рис. 3.б), що відповідає лінійному зростанню потужності (рис. 3.в).

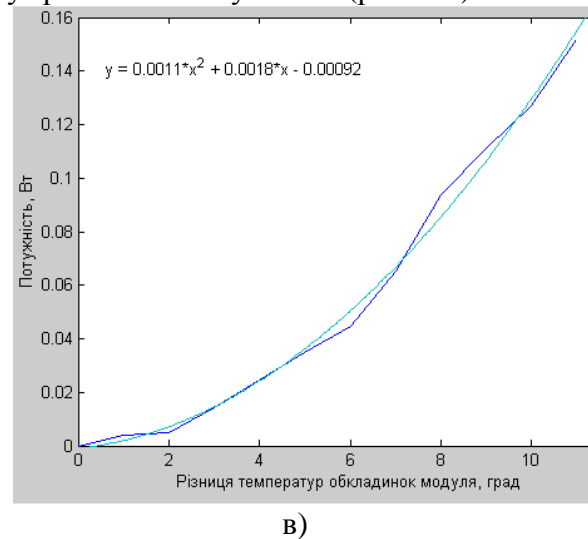
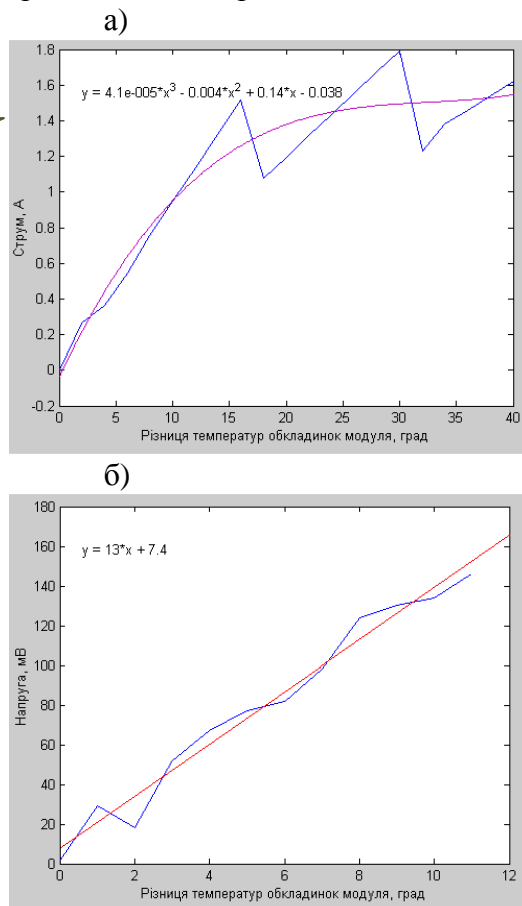


Рис. 3. Статичні характеристики ТЕМ при нагріванні однієї сторони: а – зміна струму; б, в – зміну напруга й потужності відповідно

Проведені пробні експерименти показали можливість використання ТЕМ у якості генераторів електричної енергії, але подальша робота в цьому напрямку припускає великий обсяг експериментів і розробку сонячної енергоустановки, яка дозволить забезпечити безперервну роботу модулів.

Пропоновану сонячну енергоустановку на основі термоелектричних елементів можна віднести до електротеплогенераторів, які використовують поновлювальні низько потенційні джерела. Вона може знайти застосування в галузі сонячної енергетики для постачання електрикою та теплом будь-яких об'єктів.

Відома сонячна панель [3], що містить захисне покриття з покрівельних матеріалів з високим коефіцієнтом теплопровідності, теплопровідний шар з цементно-піщаної стяжки з металевим порошком, розташовані у ньому гофровані трубопроводи для підведення та відведення теплоносія, тепловідбиваючий екран та теплоізоляційний шар. Її недоліками є робота тільки у день з позитивною температурою навколишнього середовища, відсутність можливості регулювання температури теплоносія та генерування електрики.

Найбільш близьким за технічною сутністю та досягнутим результатом є комбінована сонячна енергоустановка [4], яка містить корпус, зовнішнє захисне покриття, смуги голографічної плівки, внутрішнє захисне покриття, з внутрішньої сторони якої закріплені смуги фотоелектричних перетворювачів таким чином, щоб вони чергувались зі смугами голографічної плівки на внутрішньому захисному покритті через одну, з теплопровідною пастою, котрі розміщені на абсорбері, в якому знаходяться труби з теплоносієм, які прокладені у теплоізо-

ляційному шарі, між корпусом захисними покриттям, виконаним з полікарбонату, голографічною плівкою та фотоелектричними перетворювачами встановлені гумові прокладки. Недоліками даної конструкції є робота тільки у день (як і в інших пристроях аналогічного принципу дії) та складність виробництва.

В основу енергоустановки поставлена технічна задача підвищення ефективності використання сонячної енергоустановки цілодобово на протязі року та забезпечення можливості регулювання температури теплоносія.

Поставлена задача вирішується тим, що сонячна енергоустановка, яка містить раму, зовнішнє захисне укриття, ущільнювачі, трубопроводи у теплопровідному шарі, електрогенеруючі елементи, одна сторона яких контактує з зовнішнім захисним укриттям через теплопровідну пасту, а інша – з теплопровідним шаром з вбудованими трубопроводами, згідно корисної моделі зовнішнє захисне укриття з однієї сторони рами є теплопоглинаючим теплопровідним матеріалом, а з іншої - прозорим для інфрачервоного випромінювання, а в якості електрогенеруючих елементів використані ТЕМ.

Технічна суть та принцип роботи запропонованої сонячної енергоустановки представлено на рис. 4 та рис. 5.

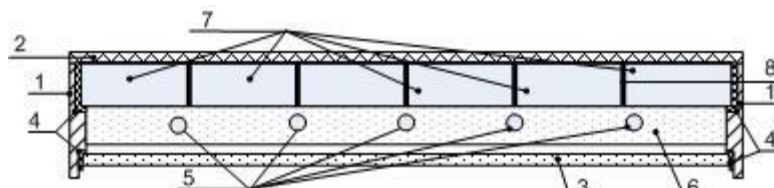


Рис. 4. Сонячна енергоустановка. Зображення у розрізі

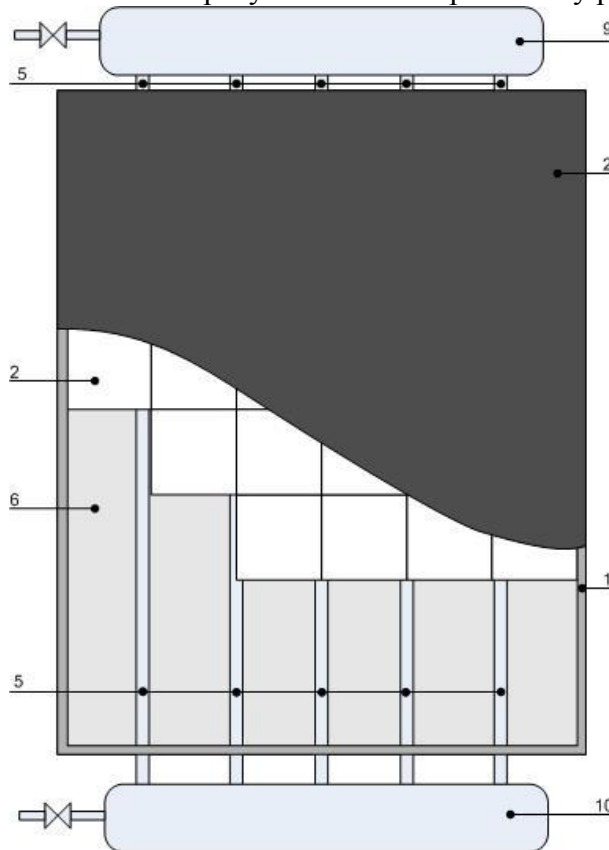


Рис. 5. Сонячна енергоустановка. Вид зверху

Сонячна енергоустановка на основі термоелектричних елементів складається з рами 1, накритою теплопоглинаючим теплопровідним захисним укриттям 2 та укриттям прозорим для інфрачервоного випромінювання 3 ущільнених з рамою за допомогою ущільнювачів 4, теплопровідний шар 5 з вбудованими трубопроводами 6 у для підведення та відведення теплоносія до ТЕМ 7, одна сторона яких контактує з зовнішнім захисним укриттям 2 через теплопровідну пасту 8, а інша – з теплопровідним шаром 6 з вбудованими трубопроводами 5, які

сполучають баки 9 та 10 з охолоджувачем або нагрівачем, в залежності від режиму роботи енергоустановки, ТЕМ зі сторони укриття 3.

У теплу пору року енергоустановка встановлюється теплопоглинаючим захисним укриттям 2 до Сонця. Інфрачервоне випромінювання поглинається укриттям 2 та передається до термоелектричних перетворювачів 7 через теплопровідну пасту 8, створюючи зону високої температури. За необхідністю, подається теплоносія у трубопроводі 6 для створення зони низької температури з зворотної сторони термоелектричних перетворювачів 7. Навантаження до енергоустановки підключається таким чином, щоб охолоджувалась та сторона термоелектричних перетворювачів 7, яка підігрівается Сонцем, а нагрівалась сторона яка охолоджується теплоносієм. Таким чином забезпечується генерація електрики та підігрів теплоносія. Причому, в якості навантаження можуть виступати стандартні нагрівачі.

У холодну пору року енергоустановка встановлюється захисним укриттям 2 у тінь, а прозорим укриттям 3 – до Сонця. У такому випадку, зона високої температури створюється зі сторони теплопровідного шару 5, а низької – захисного укриття 2, яке охолоджується зовнішнім повітрям. Навантаження підключається таким чином, щоб охолоджувалась та сторона термоелектричних перетворювачів 7, яка підігрівается Сонцем через теплопровідний шар 5, а нагрівалась сторона яка охолоджується захисним укриттям 2. При відключенні навантаження у холодну пору року установку можна використовувати для нагріву води.

Висновки.

Така установка дозволить цілодобово отримувати теплу воду та електрику на протязі всього року. Результатом виконаної роботи є:

- обґрунтування використання ТЕМ Пельтьє у галузі сонячної енергетики;
- отримання статичних генераторних та теплових характеристик елементів Пельтьє;
- пропозиція конструкції сонячної енергоустановки на основі даних елементів.

Подальша робота полягатиме у: визначенні характеристик термоелектричних елементів; розробці стенду для їх випробування та дослідження; вивченні основних характеристик генераторного режиму, у контексті джерела електричного струму. Ці дослідження дозволять обґрунтувати умови використання та режими роботи сонячної енергоустановки.

Крім того, необхідно приділити увагу порівнянню техніко-економічних показників класичних сонячних елементів та ТЕМ.

Список використаних джерел.

1. Анатычук Л.И. Анизотропный термоэлемент в режиме генерации ЭДС и тока / Л.И. Анатычук, А.В. Прибыла // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. – 2011, - №3. – С. 17-19.
2. Боднарук В.И. Состояние и тенденции развития измерительных термоэлектрических преобразователей переменного тока / В.И. Боднарук, Д.Д. Тащук // Термоэлектричество. – 2009, - С. 75-85.
3. Патент UA 68060, МПК⁶ F24J 2/42. Сонячна панель / О.Т. Возняк, М.Є. Касинець, С.П. Шаповал. – заявка № u201111010 від 14.09.2011. - публ. 12.03.2012, бюл. № 5/2012.
4. Патент UA 98680, МПК¹² H01L 31/058, F24J 2/00, G02B 5/32. Комбінована сонячна енергоустановка/ С.В. Губін, О.В. Юревич. – заявка a201006698 від 31.05.2010. публ. 11.06.2012, бюл. № 11/2012.
5. Ринейська Л.С. Сталий розвиток, екологічний менеджмент та альтернативна енергетика / Л.С. Ринейська, В.В. Левченко // Економічний простір. – 2011, - 54. – С. 294-302.
6. Термоэлектрические источники питания [Электронный ресурс] / Институт термоэлектричества. – Режим доступа: <http://ite.inst.cv.ua>.
7. Элементы Пельтье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://peltier.narod.ru>.

