

забезпечити не тільки облік автоматизацій системи, а й аналіз, аудит, планування, управління, документообіг та інші адміністративні процеси. В Україні процес розробок та впровадження даних технологій йде дещо повільніше ніж в інших країнах, але існує помітний прогрес у розповсюдженні РРА-рішень, які підвищують ефективність обліку та відносно доступною ціною для малого та середнього бізнесу.

Список використаних джерел:

1. Веретюк С. М., Пілінський В. В. *Визначення пріоритетних напрямків розвитку цифрової економіки в Україні. Наукові записки Українського науково дослідного інституту зв'язку.* 2016. № 2. С. 51–58.

2. Коляденко С. В. *Цифрова економіка: передумови та етапи становлення в Україні і у світі. Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики.* 2016. № 6. С. 105-112.

3. Назарова І. Я. *Етапи та алгоритм використання інформаційних технологій в обліку. Науковий вісник Ужгородського національного університету.* 2018. № 21 (2). С. 40-44.

4. Осмятченко В. О. *Стан та перспективи розвитку бухгалтерського обліку в контексті зміни технологічних укладів. Економічний вісник. Серія: Фінанси, облік, оподаткування.* 2018. № 2. С. 131-138.

5. Соколенко Л. Ф. *Розвиток процесів цифровізації як передумова трансформації організаційно-методологічних засад бухгалтерського обліку. Економіка, управління та адміністрування.* 2019. № 4 (90). С. 167-175.

УДК 621.3.041/.042

УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗАГЛИБНИХ НАСОСІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Садовий О. С., канд. техн. наук, доцент
e-mail: sadovuyos@mna.u.edu.ua

Вахоніна Л. В., канд. фіз.-мат. наук, доцент
e-mail: vakhonina-l@ukr.net

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сьогодні одним із пріоритетних напрямів економічного зростання Південного регіону України є підвищення врожайності за рахунок впровадження сучасних зрошувальних систем [1]. Розвиток іригації, як найбільш ефективних засобів зниження негативного впливу зміни клімату та підвищення ефективності вітчизняного сільськогосподарського виробництва, вимагає системного підходу з обов'язковим науковим обґрунтуванням та підтримкою. Питання енергозбереження та збереження водних ресурсів є актуальним сьогодні. Раціональне використання водних ресурсів можна вирішити лише за рахунок комплексного енергозбереження та впровадження новітніх технологій та під час роботи зрошувальних систем [1].

Існуючі системи поливу які використовуються у господарствах переважно застарілі. Модернізація таких поливних систем можлива за умови повного технічного їх переоснащення з використанням новітніх рішень, що відповідають енергозберігаючим технологіям у всіх вузлах системи.

Одним із габаритних і матеріаломістких елементів сучасного електротехнічного обладнання є однофазні трансформатори і реактори [2]. Найчастіше в електромагнітні статичні пристрої (ЕСП) використовуються традиційні конструкторські рішення, наприклад планарні (стрижнева, броньова) та просторова (тороїдна) електромагнітні системи (ЕМС) з прямокутними утворюючими контурами, що мають ряд недоліків [3].

Виклад основного матеріалу. В сучасних системах видобутку водних ресурсів, містяться циліндричні трубчасті оболонки, в які вбудовано обладнання.

У циліндричні трубчасті оболонки обмеженого діаметра встановлені трифазні групи з трьох тороїдних однофазних трансформаторів (ОТ) [4]. Трифазні групи з понижувальними тороїдними ОТ, вбудовані спільно з електродвигунами обмеженого діаметра, у кільцеві трубчасті елементи, які є важливими складовими систем електроприводу свердловинних насосів і бурового обладнання. Відповідно до [5], у насосах видобутку води, а також електричних бурах використовуються асинхронні двигуни з малими діаметрами і підвищеними довжинами десяти типорозмірів ПЕД 20 ... ПЕД 125 потужністю 20 ... 125 кВт з різними робочими напругами від 700 до 2000 В.

У процесі електропостачання установки, двигуни отримують живлення по кабельній лінії з перетворенням напруги мережі у кінці лінії до номінальних параметрів за допомогою трифазного групового трансформатора. Втрати напруги при передачі енергії до зануреного електромеханічного блоку, у залежності від номінальної напруги та потужності ПЕД, складають від 16 ... 55 В [4].

Тороїдні трансформатори які входять до складу групових трансформаторів мають ряд особливостей таких як нещільне укладання виткових провідників на торцевих поверхнях кільцевого магнітопроводу. Не щільності укладки і зміщення на кут протилежних торцевих частин підвищують середню довжину витка, втрати і матеріаломісткість обмотки. Крім того, погіршення тепловідводу, що викликано ділянками полого простору і малий радіус вигину 90° кутових зон внутрішніх витків, знижують надійність тороїдних ЕМС.

До наведеного вище слід додати, що традиційні тороїдні ЕМС із суцільними магнітопроводами з електротехнічної сталі (ЕТС) або магнітодіелектрика більшості ЕСП для виробів приладобудування і радіоелектронної промисловості мають центральний технологічний отвір. Такий отвір забезпечує вмотування обмотки "човниковим" верстатом [4] і значно знижує заповнення внутрішнього контуру, активним матеріалом обмотки. Це призводить до погіршення показників технічного рівня (ПТР) тороїдних ЕСП.

Відповідно до евристичного напрямку удосконалення електричних машин і апаратів [6] запропонована нетрадиційна тристрижнева просторова радіальна структура [7] ЕМС одно та трифазних ЕСП яка є аналогом формоутворення наведених вище тороїдних ЕМС.

Тристрижнева ЕМС з прямокутним перерізом магнітопроводу при певній величині заокруглення кутів внутрішнього трикутного контуру може мати мінімальний діаметр описаного кола і є альтернативою застосуванню тороїдних ЕМС у блоках насосного обладнання. Обмотувальні котушки тристрижневої ЕМС позбавлені зазначених недоліків нещільності укладання та підвищення середньої довжини витків тороїдного намотування і виконується аналогічно котушок планарних ЕМС. Використання трьох котушок (секцій) замість однієї або двох надає можливість зменшення середньої довжини витка обмотки і покращення основних ПТР ЕМС у порівнянні з традиційними аналами.

Визначення кращої конструкції ЕСП для спеціального та загальнопромислового обладнання можливо при узагальненому структурному синтезі варіантів ЕМС однофазних трансформаторів [8]. При числовому порівнянні ЕСП були розроблені математичні моделі (ММ) які відповідають умовам інваріантності і електромагнітної еквівалентності [8]. Побудова ММ ЕСП для числового порівняння можливо з єдиних позицій, при використанні універсальних керованих змінних (КЗ). Таким умовам відповідає метод математичних моделей з цільовими функціями, які включають безрозмірні оптимізаційні складові з універсальними відносними геометричними і електромагнітною КЗ [8].

Для вирішення завдань структурного синтезу в роботі приймалися певні положення і припущення. За принципом електромагнітної еквівалентності при порівнянні ЕМС приймалися однаковими потужності, параметри електроенергії, добуток електромагнітних навантажень та ін. При визначенні екстремуму показників маси і вартості для ЕМС, що порівнюються, приймалися реальні діапазони відношення питомих характеристик (густини) матеріалів (обмотувальної міді і ЕТС) (кг/м^3) $\gamma_o/\gamma_c = 8,9/7,65$ та їх вартостей $C_o/C_c = 3,0 \dots 5,5$. Також однаковими приймалися класи напруг $K_{z_o} = 0,3 \dots 0,2$ і коефіцієнт заповнення магнітопроводу сталлю $K_{z_c} = 0,91$.

При визначенні ММ і ПТР розглядалися тороїдна і радіальна ЕМС з прямокутними перерізами магнітопроводу. Тороїдна ЕМС має стикову конструкцію з роз'ємним магнітопроводом в якій відсутній центральний технологічний отвір човникової укладки обмотки.

Для порівняння ПТР ЕМС були отримані числові значення КЗ, а також ПТР існуючої і нетрадиційної (запропонованої), що дало змогу чисельного порівняльного аналізу [6].

Висновки. 1. Наведено спосіб удосконалення трьохфазних групових трансформаторів для живлення електроприводу заглибних насосів.

2. Отримані екстремальні (мінімуми) значення показників технічного рівня тороїдної та радіальної електромагнітних систем.

3. Визначено, що показники технічного рівня (у розрахунковому діапазоні електромагнітних навантажень, вартостей активних матеріалів та названого класу напруг) покращуються за критерієм мінімум маси на (11,54; 11,55; 11,15)%, за критерієм мінімум вартості активних матеріалів на (23,07 – 16,42; 15,87 – 16,19; 15,38 – 15,95)% та за критерієм мінімум втрат активної потужності (11,82 – 18,09; 15,77 – 17,96; 15,5 – 17,7)% відносно просторової тороїдної електромагнітної системи.

Список використаних джерел:

1. Новіков О. Є., Потриваєва Н. В., Карпенко М. Д., Садовий О. С. Роль зрошення у формуванні інноваційно-інвестиційного середовища регіону *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – 2021. – Вип. 3. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111). С. 4-11.
2. Ставинский А. А. Особенности назначения и использования специальных электрических машин. *Электротехника і електромеханіка*. 2008. №2. С. 53–58.
3. Белопольский И. И., Каретникова Е. И., Пикалова Л. Г. Расчет трансформаторов и дросселей малой мощности. Москва.: Альянс, 2013. 400с.
4. Ставинский Р. А., Садовой А. С. Трансформаторы для встраивания в оболочки ограниченного диаметра объектов специальной техники. *Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів: матеріали міжнародного симпозіума SIEMA (Харків, 26–28 жовтня 2011р.)* Харків : НТУ «ХП», 2011.
5. Садовий О.С. Удосконалення трифазного групового трансформатора живлення вбудованого електродвигуна зануреного насосу. *Вісник приазовського державного технічного університету* – 2020 вип. 40. doi: 10.31498/2225-6733.40.2020.216219 С. 141 – 149.
6. Ставинский А. А., Тищенко И. А., Зеленый Н. И. Перспективы и особенности дальнейшего усовершенствования индукционных электромеханических и статических преобразователей. *Електротехнічні та комп'ютерні системи*. 2010. №1(77). С. 64–69.
7. Магнітопровід індукційного статичного пристрою: пат. 100077 Україна: МПК НОІF 27/24 №U 201104987; заявл. 20.04.2011; опубл. 12.11.2012, Бюл. № 21.
8. Ставинский А. А., Ставинский Р. А., Аведеева Е. А. Оптимизационный сравнительный анализ структур статических электромагнитных систем. Ч. 1. Варианты и метод оценки преобразований. *Електричество*. 2014. №9. С. 34–43.

УДК 621.314:329.584

СТАТИЧНІ ІНДУКЦІЙНІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ВСТРОЮВАННЯ В ОБОЛОЧКИ ОБМЕЖЕНОГО ДІАМЕТРА ОБ'ЄКТІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Ставінський А. А., д-р техн. наук, професор
e-mail: andrey.stavynskiy@mnau.edu.ua

Циганов О. М., канд. техн. наук
e-mail: potomkinske@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет

Проведено аналіз сучасних об'єктів використання, а також конструктивно – технологічних особливостей однофазних та трифазних трансформаторів компактного виконання систем підводно-технічного, агропромислового та іншого спеціального електрообладнання, визначено основні завдання та перспективні можливості конструктивного удосконалення вказаних трансформаторів перетворенням утворюючих контурів елементів магнітопроводів та структурною оптимізацією електромагнітних систем.

Ключові слова: удосконалення, встроювання в оболонки, трансформатори, компактність, підвищення надійності.

Сучасний стан технічного прогресу характеризується інтенсифікацією робіт із підводних досліджень, розвідки та освоєння шельфу, розширенням