

ВІДЗИВ

офіційного опонента, кандидата технічних наук,

Паздрія Ігора Ростиславовича

на дисертаційну роботу Наконечного Мирослава Степановича на тему:
"МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСІВ У ПЛАНАРНИХ
ІНДУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТАХ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННОЇ
ПУСКОРЕГУЛЮВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП",
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних
наук за спеціальністю 05.09.07 – світлотехніка і джерела світла.

При ознайомленні із дисертаційною роботою Наконечного Мирослава Степановича, авторефератом і працями за темою дисертації були зроблені наступні висновки.

1. Актуальність теми дисертації.

Використання люмінесцентних ламп (ЛЛ) нового покоління з діаметром трубки менше 20 мм в поєднанні з електронними пускорегулювальними апаратами (ЕПРА) привело не лише до покращення якісних показників освітлення, але й до збільшення терміну експлуатації, їх енергоефективності, можливості керувати світлотехнічними характеристиками.

Для високочастотного живлення такого типу ЛЛ використовують ЕПРА в яких роль баласту виконує індуктивний елементи (ІЕ) який виступає окремим елементом схеми та характеризується великими габаритами, а також трудомісткістю та енергозатратністю процесів його виготовлення. Перехід до мікромодульної елементної бази радіоелектронної апаратури ставить задачу переходу до планарних ІЕ, переваги яких полягають у менших габаритних розмірах, вищих значеннях магнітного зв'язку між витками обмотки, нижчому рівні електромагнітних перешкод.

Використання планарних ІЕ потребують вирішення ряду задач: забезпечення необхідної добротності при заданих значеннях індуктивності та геометричних розмірах, дослідження впливу магнітного середовища та форми провідника на електричні характеристики, розрахунок теплових параметрів ІЕ, моделювання електронних пристроїв з планарними ІЕ. Тому робота Наконечного М.С. «Моделювання та розрахунок процесів у планарних індуктивних елементах для пускорегулювальної апаратури люмінесцентних ламп» є **актуальною**.

2. Наукова новизна, ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові положення, висновки і рекомендації є наслідком наукових досліджень, виконаних автором при вирішенні задач, які поставлені в роботі. Дослідження проводились сучасними методами на основі використання теорії електромагнітного поля, теорії теплообміну та теплопередачі, методів імітаційного та фізичного моделювання.

Наукова новизна результатів дисертації полягає в наступному:

1. Розроблено математичну модель для дослідження магнітних та електричних характеристик планарних індуктивних елементів, що дозволило враховувати особливості його поведінки в високочастотних полях.

2. Розвинуто та доповнено математичну модель для розрахунку температурних характеристик планарних ІЕ, яка дозволяє враховувати тепловідведення в результаті конвекції, теплопровідності та радіаційного випромінювання.

3. Отримала подальший розвиток модель ЕПРА з індуктивним елементом планарної системи в якості баластного дроселя люмінесцентної лампи, що дозволило врахувати мікромодульний варіант його будови.

3. Практична цінність результатів

1. Запропоновано конструкцію планарного індуктивного елемента з заповненням міжвиткового простору нікель-цинковим феритом, який одночасно виконує роль діелектрика.

2. Розроблено схему вихідного каскаду ЕПРА з планарним індуктивним елементом для люмінесцентних ламп та запропоновано методику розрахунку його електромагнітних параметрів.

3. Запропоновано методику та алгоритм розрахунку температурного режиму роботи планарного індуктивного елемента ЕПРА.

4. Основний зміст роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 125 найменувань на 11 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 134 сторінки, з них 120 сторінок основного тексту. В дисертацію включено 51 рисунок та 6 таблиць. Основні положення дисертації опубліковано у 12 наукових працях, з яких 6 – у спеціалізованих наукових фахових виданнях (в тому числі 1 стаття у виданні, яке входить до

міжнародної наукометричної бази Scopus та 1 стаття у закордонному фаховому виданні), та 6 тезах доповідей на вітчизняних та міжнародних науково-технічних конференціях.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, визначено мету та основні задачі дослідження, показано зв'язок із науковими програмами та темами, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок здобувача, публікації та апробацію результатів роботи.

У першому розділі «Аналіз планарних індуктивних елементів та електронної апаратури з їх використанням» проаналізовано світлотехнічні та електричні характеристики ЛЛ, джерелами живлення яких є ЕПРА. Зроблено аналіз конструкцій планарних ІЕ та наведено їх електромагнітні та теплові характеристики. Здійснено аналіз методів та програмного забезпечення для моделювання електромагнітних характеристик індуктивних елементів.

У другому розділі «Розрахунок магнітних та електричних характеристик планарних індуктивних елементів на основі їх математичних моделей» проведено дослідження впливу форми планарного ІЕ на його електротехнічні параметри. На основі проведеного розрахунку магнітоелектричних параметрів планарних котушок круглої, квадратної та трикутної форми без магнітопроводу показано, що у випадку багат шарових котушок, кругла форма забезпечує на 14–17 % кращу добротність у порівнянні з іншими конфігураціями при однаковій індуктивності. Тому, для подальших досліджень було вибрано варіант багат шарової котушки круглої форми. Запропоновано конструкцію багат шарового ІЕ планарної системи, в якому міжвитковий простір заповнено нікель-цинковим феритом який є одночасно ізоляційним матеріалом. Для запропонованої конструкції проведено математичне моделювання магнітних та електричних характеристик. Встановлено, що наявність магнітного середовища між витками котушки призводить до підсилення нерівномірного розподілу густини струму, підвищення індуктивності та добротності дроселя.

Третій розділ «Розрахунок питомих втрат в планарному індуктивному елементі, та їх вплив на температурний режим його роботи» присвячено розрахунку втрат в провіднику та магнітному середовищі планарних ІЕ. Встановлено, що основна частина втрат припадає на котушку та суттєво залежить від форми її провідника. Так, втрати в котушці із квадратною формою витків є вдвічі вищими в порівнянні із втратами в котушці із прямокутною формою витків при частоті

електромагнітного поля 80 кГц. Показано, що повні втрати у магнітопроводі як з нікель-цинковим феритом, так і магній-цинковим феритом в діапазоні частот від 10 до 80 кГц практично не відрізняються.

Для планарного ІЕ, який знаходиться в корпусі ЕПРА, запропоновано математичну модель для розрахунку його температурного режиму. Розрахунок зводився до визначення в будь-який момент часу значення температури на різних ділянках геометрії моделі. Встановлено вплив конфігурації провідника котушки та розташування ІЕ на розподіл температури в ЕПРА. Показано, що запропонована конструкція ІЕ не є теплонавантаженою на всьому діапазоні частот від 10 до 80 кГц і не перевищує температуру оточуючого середовища на 30 °С.

У четвертому розділі «Моделювання вихідного каскаду ЕПРА для ЛЛ з планарним індуктивним елементом» запропоновано алгоритм розрахунку номінальних параметрів елементів вихідного каскаду ЕПРА люмінесцентної лампи. Для лампи типу Т5 потужністю 35 Вт розраховано індуктивність планарного ІЕ в режимі підігріву електродів та запалювання розряду при заданих значеннях робочої частоти та ємності резонансного конденсатора. Отримано осцилограми напруг та струмів лампи і дроселя при роботі в номінальному режимі. При цьому встановлено, що електромагнітні параметри планарного ІЕ забезпечують необхідні значення струму та напруги лампи.

У висновках сформульовані основні наукові та практичні результати. Висновки повністю обґрунтовані в дисертаційній роботі.

5. Зауваження по змісту дисертації та автореферату

1. На початку дисертації не подано перелік позначень та умовних скорочень та пояснення до них. Дані пояснення наведені в тексті дисертації, проте наявність переліку позначень та скорочень на початку дисертації суттєво спрощує її читання та розуміння.
2. У першому розділі на основі проведеного аналізу не сформульовано основні задачі та цілі дослідження. Також як в даному розділі, так і в роботі не приділено уваги планарним котушкам типу меандр.
3. В розділі 2 на ст. 35 наведено методи розрахунку власної і взаємної індуктивностей котушок. Можливо в розділі 1 варто було б провести аналіз цих методів та обґрунтувати, чому для подальшого розрахунку було вибрано метод сумування.
4. В роботі проведено розрахунок електромагнітних параметрів лише для котушок квадратної, трикутної та круглої форми. Проте не розраховані ці параметри для котушок іншої форми, наприклад п'ятикутної, шестикутної і т.п.

5. В дисертації та авторефераті не обґрунтовано, чому для підвищення індуктивності в якості магнітного середовища запропоновано використання феритів лише двох марок: PL11 та L18H.
6. В розділі 3 на ст. 79 на рис. 3.2 подано тривимірну гістограму втрат в витках котушки при частоті 80 кГц та силі струму 250 мА, для провідника з коефіцієнтом форми γ_1 . Можливо для більшого розуміння варто було би представити ці втрати у вигляді декількох гістограм окремо для кожного шару. До цього зауваження можна віднести ще й те, що рис. 3.2 не подано в авторефераті.
7. Відомо, що магнітні властивості феритів залежать від їх температури. Проте, в роботі дана залежність не розглядалась.
8. В авторефераті та дисертації в описі конструкції запропонованого планарного ІЕ в якості дроселя ЛЛ не вказано матеріал верхньої та нижньої магнітних плівок.
9. В роботі планарний ІЕ розглядається лише в якості баластного дроселя для ЛЛ та не звернено увагу на можливість його використання в якості компонента коректора коефіцієнта активної потужності ЕПРА.

6. Загальний висновок та оцінка дисертації

Дисертаційна робота Наконечного Мирослава Степановича «Моделювання та розрахунок процесів у планарних індуктивних елементах для пускорегулювальної апаратури люмінесцентних ламп» є завершеною науковою працею з науково-обґрунтованими результатами, які мають наукову та практичну цінність.

Результати, отримані в дисертації розвивають теорію та практику проектування систем живлення розрядних джерел світла, представляють інтерес для наукових та інженерно-технічних працівників, які займаються даною тематикою, а також можуть бути використані в навчальному процесі при підготовці фахівців світлотехнічної галузі.

Обсяг, новизна і рівень теоретичних досліджень та проведених розрахунків і їх практична цінність відповідають вимогам, які ставляться до кандидатських дисертацій. Дисертацію написано українською мовою. Текст і зміст відповідають паспорту спеціальності 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла.

Дисертаційна робота Наконечного Мирослава Степановича «Моделювання та розрахунок процесів у планарних індуктивних елементах для пускорегулювальної апаратури люмінесцентних ламп» задовольняє вимогам п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», виконана на високому

науково-технічному рівні і оформлена у відповідності з вимогами МОН України.

Автор дисертації – Наконечний Мирослав Степанович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.07 – світлотехніка та джерела світла.

Офіційний опонент
кандидат технічних наук, доцент
доцент кафедри комп'ютерної інженерії
Тернопільського національного
економічного університету


І.Р. Паздрій

Вчений секретар
кандидат психологічних наук, доцент
Тернопільського національного
економічного університету




М.А. Мудрак