

ВІДЗИВ

офіційного опонента,

Назаренка Леоніда Андрійовича

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

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

1. Актуальність теми дисертації.

Поява нового покоління люмінесцентних ламп з діаметром трубки менше 20 мм та значно меншим вмістом ртуті привело до розробки електронних пускорегулювальних апаратів, що дозволяє здійснювати високочастотне живлення розряду. Це привело до зниження пульсацій світлового потоку, підвищення світловіддачі, збільшення терміну експлуатації, можливістю керування світлотехнічними характеристиками.

Одним з важливих елементів ЕПРА залишається індуктивний елемент або дросель, який виготовляється у вигляді окремого дискретного елемента і мав доволі великі габарити. Процес його виготовлення був трудомістким і енергозатратним. З впровадженням в радіоелектронну апаратуру гібридно-плівкових інтегральних схем виникає необхідність в заміні дискретних індуктивних елементів на малогабаритні мікромодульні елементи. В зв'язку з тим моделювання та дослідження характеристик планарних індуктивних елементів є актуальним і представляє як науковий так і практичний інтерес. Саме цій проблемі присвячена дисертаційна робота Наконечного М. С.

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. Набула розвитку математична модель для розрахунку температурних характеристик планарних IE, яка дозволяє враховувати тепловідведення в результаті конвекції, тепlopровідності та радіаційного випромінювання.

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

3. Практична цінність результатів

1. Запропоновано конструкцію планарного індуктивного елемента з феромагнітним заповненням міжвиткового простору.

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 теплових характеристик 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, сформульовано 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» проведено аналіз світлотехнічних та електричних характеристик комплекту ЛЛ – ЕПРА. Розглянуто можливі конструкції та особливості поведінки планарних індуктивних елементів в високочастотних електромагнітних полях. Проведено аналіз методів моделювання електромагнітних характеристик індуктивних елементів та існуючих програмних комплексів.

У другому розділі «Розрахунок магнітних та електрических характеристик планарних індуктивних елементів на основі їх математичних моделей» описано дослідження впливу форми котушки планарного IE на його електротехнічні параметри, в результаті чого було встановлено, що у випадку багатошарових котушок, кругла форма забезпечує на 14–17 % кращу добротність у порівнянні з іншими конфігураціями при однаковій індуктивності. На основі цього для подальших досліджень було вибрано варіант багатошарової котушки круглої форми. Для підвищення її індуктивності запропоновано простір між витками котушки заповнити нікель-цинковим феритом з високим питомим опором, який виконує одночасно і роль ізолятора. Проведено дослідження впливу форми провідника при незмінності площини його поперечного перерізу на поверхневі ефекти в IE.

У третьому розділі «Розрахунок питомих втрат в планарному індуктивному елементі, та їх вплив на температурний режим його роботи» розглянуто втрати в провіднику та магнітному середовищі планарних IE. Встановлено, що 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. Також зазначено, що із збільшенням радіусу IE зростає об'єм магнітопроводу верхньої та нижньої плівок, що призводить до зростання втрат у ньому. Виявлено, 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, і є набагато меншими порівняно з втратами в котушці.

На основі запропонованої математичної моделі проведено розрахунок температурного режиму планарного IE, який зводиться до визначення в будь-який момент часу значення температури на різних ділянках геометрії моделі. Розглянуто вплив конфігурації провідника котушки та розташування IE на розподіл температури в ЕПРА. Показано, що запропонована конструкція IE є теплоненавантаженою на всьому діапазоні частот від 10 до 80 кГц і не перевищує температуру оточуючого середовища на 30 °C.

У четвертому розділі «Моделювання вихідного каскаду ЕПРА для ЛЛ з планарним індуктивним елементом» проведено розрахунок вихідного каскаду ЕПРА з напівмостовим резонансом інвертором та послідовним коливальним LC контуром, в якому люмінесцентна лампа під'єднана паралельно до конденсатора С. Проведено розрахунок параметрів IE в режимі підігріву електродів та запалювання розряду для лампи типу T5 потужністю 35 Вт. Шляхом моделювання отримано осцилограми напруг та струмів лампи і дроселя при роботі в номінальному режимі та встановлено, що електромагнітні параметри планарного IE 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. Для розрахунку електричних та магнітних характеристик планарних індуктивних елементів дисертантом розроблена модель в програмному компоненті Consol Multiphysics, реалізація якої є розділення геометрії зразка на дискретні елементи. Оскільки метод скінченних елементів є наближенним, необхідно було б оцінити точність одержаних результатів.
2. При дослідженні температурного режиму планарного елемента приведена математична модель для стаціонарних процесів, в той час, як результати приведені для нестаціонарних.
3. В дисертації не приведені результати експериментального підтвердження одержуваних розрахунків.
4. Відсутні результати впровадження.
5. При моделюванні вихідного каскаду ЕПРА для люмінесцентних ламп дисертант вважає вольт-амперну характеристику лінійною, що не зовсім справедливо.
6. Запропоновано конструкції індуктивного елементу планарної системи не захищена авторським свідоцтвом.
7. При викладенні матеріалу дисертації є окремі описки, в посиланні 113 відсутні автори, на сторінці 88 не розшифрований параметр G і т.і.

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.

Запропоновані моделі та отримані результати розрахунків в дисертації розвивають теорію та практику проектування мікромодульних систем високочастотного живлення розрядних джерел світла і представлять інтерес для наукових та інженерно-технічних працівників, що займаються даною тематикою. Вони можуть бути використані в навчальному процесі при підготовці фахівців електротехнічної та 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» задовільняє 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

доктор технічних наук, професор,
лауреат державної премії України,
завідуючий кафедрою світлотехніки
та джерел світла

Харківського національного університету
міського господарства імені О.М. Бекетова



Л.А. Назаренко

Підпис професора Назаренка Леоніда Андрійовича засвідчує:

Вчений секретар

Харківського національного університету
міського господарства імені О. М. Бекетова
кандидат технічних наук, доцент



Д. В. Тугай

