Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

КАФЕДРА СИСТЕМ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА КОМП’ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ

**ДАТКУН РОМАН МИХАЙЛОВИЧ**

УДК 628.935.7

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ ГАЗОРОЗРЯДНИХ ЛАМП ПРИ КОЛИВАННІ НАПРУГИ**

8.05070103 «Електротехнічні системи електроспоживання»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2017

|  |  |
| --- | --- |
| Роботу виконано на кафедрі систем електроспоживання та комп’ютерних технологій в електроенергетиці Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України | |
| **Керівник роботи:** | доктор технічних наук, професор кафедри систем електроспоживання та комп’ютерних технології в електроенергетиці **Євтух Петро Сильвестрович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |
| **Рецензент:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри світлотехніки та електротехніки  **Мовчан Леонід Тимофійович**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. |

Захист відбудеться 23 лютого 2017 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 40 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46005, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус №7, ауд. 310

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Основою надійності дії освітлення є забезпечення двох його видів живлення роздільними електричними мережами. Існують два види освітлення: робоче і аварійне.

Робоче освітлення забезпечує необхідні умови при нормальному режимі роботи освітлювальної установки, воно обов'язкове у всіх приміщеннях і на відкритому просторі.

Різновидом робочого освітлення є охоронне освітлення, яке влаштовується по лінії меж територій промислових підприємств, а також територій деяких суспільних будівель, що охороняються.

Аварійне освітлення забезпечує мінімально необхідні освітлювальні умови при тимчасовому згасанні робочого освітлення у приміщеннях і на відкритих просторах або служить для безпечної евакуації людей з приміщень і з відкритого простору.

Застосування того чи іншого заходу для обмеження коливань напруги вирішується в кожному конкретному випадку виходячи з умов технічної необхідності, економічної доцільності і забезпеченості технічними засобами. Найбільш ефективним заходом є раціональна побудова схем електропостачання.

Коливання напруги пропорційні опору мережі, тобто обернено пропорційні потужності к.з., в точці приєднання різко змінного навантаження. Звідси видно доцільність такого схемного рішення, коли агрегати, що обумовлюють коливання напруги, підключаються в місці, де потужність к.з. має підвищене значення.

Підвищення потужності к.з. досягається збільшенням одиничних потужностей силових трансформаторів, паралельним включенням трансформаторів або їх розщеплених обмоток.

Проведено аналіз методу розрахунку електричних навантажень по кривих струму однофазних електроприймачів, який забезпечує достовірну і як найповнішу інформацію про сумарне навантаження, що дозволяє обгрунтовано проектувати освітлювальні електричні мережі.

**Мета і завдання дослідження є** аналіз методів розрахунку параметрів режимів і ЕМС електричних мереж освітлення.

**Завдання досліджень :**

- проаналізувати метод розрахунку електричних навантажень і втрат напруги від групи ламп з нелінійними вольт-амперними характеристиками;

- оцінити похибки імітації гармонійних коливань напруги методом низькочастотної модуляції в діапазоні частот понад 6 Гц, а також вибрати вид і параметри динамічних моделей ламп для оцінювання ЕМС по дозі флікера напруги;

- провести аналіз універсального показника електромагнітної сумістності по пульсації освітленості, який враховує її форму і частоту, а також узагальнити відомі експериментальні дані щодо зменшення продуктивності праці при гармонійних пульсаціях на пульсації будь-якої форми;

**Об’єкт дослідження** – аналіз процесів зміни в часі параметрів електромагнітної сумісності в електричних мережах освітлення.

**Предмет дослідження**– аналіз методів розрахунку електричних навантажень і показників електромагнітної сумісності, та моделі ламп, які потрібні для оцінки електромагнітної сумісності при проектуванні і експлуатації електричних мереж освітлення.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

- запропонований метод розрахунку електричних навантажень, що використовує криві струму ламп, визначені параметри режиму без методичної похибки.

- динамічні моделі ламп, в яких враховується корекція похибки гармонійних коливань напруги, що дозволяє забезпечити оцінювання електромагнітної сумісності по дозі флікера напруги.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Методи розрахунку показників електромагнітної сумісності дозволяють обгрунтовувати ширше застосування компактних люмінісентних ламп, що забезпечує енергозбереження, виключає зменшення продуктивності праці і погіршення зору людини.

- Запропоновані динамічні моделі ламп, новизна яких обумовлена корекцією похибки імітації гармонійних коливань напруги шляхом низькочастотної модуляції при визначенні частотних характеристик ламп, що дозволяє забезпечити достовірність оцінювання ЕМС по дозі флікера напруги.

**Апробація**

1. Даткун Роман Михайлович. Дослідження оцінювання електромагнітної сумісності газорозрядних ламп при коливанні напруги : Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Т. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016..

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань.

Загальний обсяг текстової частини – 115 сторінок, 28 таблиць, 6 діаграм, 35 рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтована актуальність роботи, сформульовані мета і задачі досліджень, визначені наукова новизна і практична цінність. Приведено структуру роботи й основні положення, що виносяться на захист.

**У першому розділі** виконано огляд технічної літератури, присвяченої сучасному стану переваг і недоліків існуючих систем оцінювання електромагнітної сумісності газорозрядних ламп при коливанні напруги.

Дія ударного навантаження викликає швидкі зміни напруги у вузлах мережі. Коливання напруги приводять до дози флікера, перешкодам у роботі телебачення, хибній роботі регулюючих пристроїв, порушеннями у роботі рентгенівського обладнання, коливанням моменту на валах двигунів, які приводять до підвищених втрат електроенергії та зносу матеріалів.

У другому розділі запропонована узагальнена методика розрахунку електричних навантажень по активній і реактивній потужностям не враховуючи потужності спотворень, створюваних КЛЛ, що призводить до істотного заниження вимог до мережі при виборі перерізу дротів і розрахунку втрат активної потужності. Розрахунок тільки по активній потужності дає ще більші погрішності.

Розглянуто метод розрахунку за індивідуальними характеристиками ламп з урахуванням нелінійності навантажень, який дає неконтрольовану похибку при підсумовуванні вищих гармонік, що робить недоцільним його практичне використання.

У третьому розділі отримані узагальнені аналітичні вирази, експерименти за визначенням статичних характеристик.

Проведено оцінювання ЕМС по коливаннях напруги і пульсації освітленості, це дозволяє здійснювати параметричну ідентифікацію динамічних моделей ламп при номінальній напрузі - на відміну від статичних.

Розглянуто властивість КЛЛ, що істотно покращує ЕМС, є малий діапазон зміни світлового потоку. Таку стабілізуючу дію доцільно характеризувати коефіцієнтом статичної стабілізації: чим він більший, тим краще лампа з точки зору ЕМС.

У четвертому розділі розроблені й експериментально досліджені технічні засоби динамічних моделей ламп. Динамічні моделі ламп потрібно для оцінювання доз флікера.

При обчисленні відхилень напруги прийнята тривалість усереднювання в 10 хв. Вона у багато разів перевищує постійні інерції ламп (частки секунди), тому при дослідженні відхилень напруги використовуються статичні моделі.

Прийняті норми на відхилення напруги, які встановлюють технічні параметри до ЕМС: якщо вони не виконуються, то без економічних обгрунтувань необхідно використати засоби забезпечення ЕМС. Проте може виявитися вигідним покращувати ЕМС, навіть якщо норми не порушуються. Для обгрунтування доцільності такого поліпшення вимагається оцінити збиток від відхилень напруги. У зв'язку з цим показниками ЕМС можна рахувати термін служби лампи і продуктивність праці людини. Крім того, необхідно враховувати соціальний ефект від погіршення зору при пониженні напруги. Тим самим реалізується принцип моделювання, згідно з яким ЕМС оцінюється по процесах на виходах моделей ЕМС, а не на їх входах.

Проілюструємо необхідність такого підходу на граничних графіках напруги, коли норми ще виконуються (рис. 1).



Рисунок 1 - Граничні графіки при підвищенні (1) і пониженні (2) напруги

Підвищення напруги зменшує термін служби лампи.

**У п'ятому розділі** виконано дослідження причин і впливу відхилень напруги. Відхилення напруги, зумовлені повільними процесами зміни навантажень у системі, справляють різний вплив на режим роботи окремих споживачів. Скажімо, тривале підвищення напруги на затискачах електричних двигунів – наймасовіших споживачів енергосистем – призводить до збільшення обертального моменту їх , зменшення ковзання й зростання втрат у сталі двигунів, бо такі втрати пропорційні квадрату підведеної напруги, збільшенню струму холостого ходу, зменшується коефіцієнт потужності електродвигунів. Зниження напруги на затискачах електродвигунів призводить до зниження обертального моменту, збільшенню ковзання, зростанню струму статора й зменшенню терміну служби ізоляції електродвигунів. Підвищення напруги веде до підвищення запасу статичної стійкості вузла навантаження. Найбільший вплив відхилення напруги впливає на режими роботи нагрівальних, особливо освітлювальних, приймачів електричної енергії. Підвищення напруги на затискачах освітлювальних приладів на 10 % скорочує термін служби ламп розжарювання приблизно в 3 рази. Зменшення напруги призводить до зростання терміну нагріву в електротермічних установках, а при значних відхиленнях напруги процес взагалі не може бути завершено. Особливо чутливі до відхилень напруги такі процеси як вирощування кристалів, скляне виробництво.

**У шостому розділі** «Обґрунтування економічної ефективності» проведені розрахунки визначення техніко-економічної ефективності.

**У сьомому розділі** «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто фактори, які визначають небезпеку ураження людини електричним стумом, характер дії електромагнітного імпульсу на елементи виробництва.

**У восьмому розділі** «Екологія» представлено актуальність охорони навколишнього середовища, тенденції сучасного розвитку енергетики, вплив енергетичних об’єктів на навколишнє природне середовище.

**ВИСНОВКИ**

У магістерській роботі представлено основні принципи нормування показників ЕМС, відхилення напруги, пульсація освітленості, існуючі моделі ламп.

Отримано аналітичне рішення задачі про дозу флікера при гармонійних коливаннях напруги, яка на відміну від існуючих чисельних методів дозволяє оцінювати ЕМС і ефективність застосування КЛЛ по цьому показнику без методичної похибки. На підставі передових схем методи розрахунку електричних навантажень і показників ЕМС, а також моделі ламп, які потрібні для вибору перерізів провідників і оцінювання ЕМС при проектуванні і експлуатації електричних мереж освітлення.

Приведені результати експериментальних досліджень, статичні і динамічні характеристики люмінесентних ламп, та проаналізовано динамічні моделі ЕМС по пульсації освітленості.

Вплив відхилень напруги знаходиться в зворотній залежності від нахилу лінеаризованної статичної характеристики лампи, який у сучасних КЛЛ значно менше, ніж у ЛР і ЛЛ, що істотно зменшує збиток від відхилень напруги.

Отримано мале електроспоживання, великий термін служби, менший збиток при відхиленнях і коливаннях напруги, практична відсутність пульсації освітленості, менше завантаження мережі, менші втрати потужності в мережі, менша несиметрія по зворотній послідовності, що забезпечує об'єктивну оцінку ефективності КЛЛ, розширюючи сферу застосування енергозбережних ламп.

Проведено аналіз методу розрахунку електричних навантажень по кривих струму однофазних електроприймачів, який забезпечує достовірну і як найповнішу інформацію про сумарне навантаження, що дозволяє обгрунтовано проектувати освітлювальні електричні мережі.

**Перелік посилань**

1. Дослідження оцінювання електромагнітної сумісності газорозрядних ламп при коливанні напруги : Матеріали V Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 17-18 лист. 2016 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя. — Т. : Терн. нац. техн. ун-т ім. І. Пулюя, 2016.

АНОТАЦІЯ

**Даткун Р.М. Дослідження оцінювання електромагнітної сумісності газорозрядних ламп при коливанні напруги.** 8.05070103 – електротехнічні системи електроспоживання; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2017.

В дипломній роботі проведено аналіз методу розрахунку параметрів режимів ЕМС електричних мереж освітлення. Представлено методи оцінювання ЕМС ламп при завадах в мережі (відхиленнях і коливаннях напруги). На підставі проаналізованих методів запропоновані динамічні моделі ламп, новизна яких обумовлена корекцією погрішності імітації гармонійних коливань напруги. Приведені результати статичних і динамічних характеристик люмінесентних ламп, динамічні моделі ЕМС по пульсації освітленості.

**Ключові слова: газорозрядні лампи, моделювання, регулятор напруги, відхилення напруги, доза флікера, несиметрія напруги.**

**ANNOTATION**

Datkun R.M. Studies evaluating electromagnetic compatibility gas discharge lamps during voltage fluctuations,8.05070103 – Electrotechnical Systems of Electricity Consumption; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2017.

In the diploma work analyzes the calculation method MODE EMS electrical lighting networks. The method of evaluating EMC obstacle lights at the network (deviations and voltage fluctuations). Based on the reviewed methods the dynamic models of lamps, the novelty of which caused error correction simulate harmonic voltage fluctuations. The results of static and dynamic characteristics lyuminesentnyh lamps, dynamic models of EMC for ripple light.

**Key words:** gas discharge lamps, modeling, voltage adjustment, deviation voltage flicker dose, voltage asymmetry.