

УДК 628.97

Світлодіодна система освітлення об'єкту в оптичному мікроскопі

Любченко В.С., к.т.н., проф. Циганок Б.А., Бевза О.М.

Вступ

Розвиток техніки освітлення за останнє десятиліття призвів до того, що ряд типів джерел світла газорозрядного та розжарювального типу були зняті з виробництва. В результаті цього, ще досить ефективно обладнання, до складу якого входять ці освітлювачі, виявилось під загрозою списання.

Дана робота присвячена заміні газорозрядного джерела світла тороїдальної форми в оптичному мікроскопі моделі SZM745 3.5x.

Розглянуто різноманітні типи освітлювачів в якості заміни стандартної лампи, можливості, що вони надають, переваги та недоліки.

Сьогодні ми є свідками та учасниками розвитку світлотехніки. Широкого розмаху набула заміна ламп розжарювання, електролюмінісцентних ламп та багато інших пристроїв на світлодіоди та флуоресцентні лампи. Однак, найперспективнішим видом освітлення, безумовно є світлодіодний. Світлодіодні технології безперервно прогресують і набувають все більшого застосування у будь-яких сферах та галузях освітлення. До того

ж, ці технології не мають принципової відмінності при використанні у зовнішньому чи внутрішньому освітленні. Слід додати, що

Постановка проблеми

Проаналізувавши сучасні літературні джерела та дослідивши технічні характеристики оптичних мікроскопів на виробничих лініях, було виявлено проблему в методах освітлення об'єкту, що полягає у великому використанню електричної енергії, неможливість регулювання яскравості світіння та дуже низькому значенню надійності освітлювальної системи. Нині освітлення об'єкту у оптичному мікроскопі моделі SZM745 3.5x на виробництві відбувається за моделі відбувається за допомогою газорозрядної лампи. Однак даний тип освітлення має великі значення коливань інтенсивності, що можуть бути пояснені зовнішніми магнітними полями, ерозією електродів та періодичним відхиленням дуги(флатер). Явище під назвою флатер виникає через конвекційні потоки у газах. А також використання даного джерела світла унеможливає регулювання яскравості підсвітки об'єкту у мікроскопі

Мета та завдання розробки

Нова система освітлення об'єкту в оптичному мікроскопі повинна містити в собі регулювання рівня освітленості, мати досить високу надійність та мати низьке споживання енергії.

У оптичному мікроскопі для освітлення об'єкту можуть бути використані такі джерела світла[1]:

- Галогенова лампа – лампа розжарювання, у балон якої було додано буферний газ (пару галогенів бром або йоду)

Додавання галогенів дозволяє збільшити тривалість служби джерела світла порівняно із звичайною лампою розжарення. Також слід зазначити, про відсутність почорніння колби та зменшення розмірів. Даний вид ламп забезпечують дуже добре відтворення кольорів. Говорячи про недоліки цієї лампи найперше, про що слід сказати це необхідність дуже обережного поводження. Дана лампа потребує дуже обережного поводження, її не можна торкатися, мочити, протирати. Також нещодавні дослідження показали, що при використанні даних ламп відбувається випромінювання ультрафіолету в UVC діапазоні.

- Флуоресцентна/люмінесцентна лампа – газорозрядне джерело світла, світловий потік якого визначається світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання розряду.

Неможливо спростувати факт, що ртутна флуоресцентна лампа є одним із найяскравіших джерел світла, які працюють у безперервному режимі. Даний вид джерела світла дуже наближена до ідеальної моделі точкового джерела світла. Однак ртутна лампа має дуже високу залежність від джерела напруги. Також використання ртутної лампи обмежують такі фактори, як малий термін використання (200 годин), значна зміна спектральних характеристик, що залежить від терміну її використання та необхідність чекати певний час між включенням лампи для достатнього охолодження.

- Металогалоїдні лампи – вид газорозрядного джерела світла, що відрізняється від інших тим, що для корекції спектральної характеристики дугового розряду у парах ртуті додаються галогеніди деяких металів.

Даний тип ламп гарно підходить для біологічних досліджень та має гарне рівномірне освітлення, що пояснюється конструкцією рідкого світловоду та конденсора. [2] Більш рівномірна спектральна характеристика у порівнянні із ртутною лампою та збільшений термін використання (2000 годин) є її основними перевагами і водночас причиною заміни ртутних ламп на дані.

- Світлодіодна система освітлення.

Безперечно можна стверджувати, що світлодіодні джерела світла є найперспективнішим направленням, що може бути використане у освітленні об'єкту у оптичному мікроскопі.

Однією з найбільших переваг використання світлодіодних систем є енергозберігання, що дозволяє скоротити витрати енергії, а тому і збереження коштів на підприємстві. Також неможливо не згадати, що до переваг світлодіодних систем освітлення відносять :

- Високу надійність
- Можливість регулювання яскравості освітленості
- Можливість виготовлення систем, що мають будь-який спектр випромінюваного світла

- Високий рівень безпеки та відсутність у складі системи токсичних речовин

Однак, основним недоліком даних систем є відносно висока ціна порівняно з іншими. Та слід зазначити, що у перспективі тривалого використання даних недолік повністю нівелюється.

Розробка системи освітлення

З вищенаведеної інформації можна зробити висновок, що найбільш перспективною системою освітлення, для даного типу задач є світлодіодні системи, що дозволяють при відносно низькому енергоспоживанні отримати високий рівень освітленості на об'єкті, а також, при необхідності, змінювати рівень його освітленості [3],[4].

Структурна схема розробленої системи складається з трьох основних блоків (Рис. 1).



Рис.1 Структурна схема приладу

Першим блоком є блок живлення, що складається із понижуючого трансформатора 220/30 та мостового

перетворювача, які використовуються для конструкції блока живлення на 24 вольти [5]. Прилад був реалізований

на мікросхемі LT1083[6] Принципова Рис.2
схема даного блоку представлена на

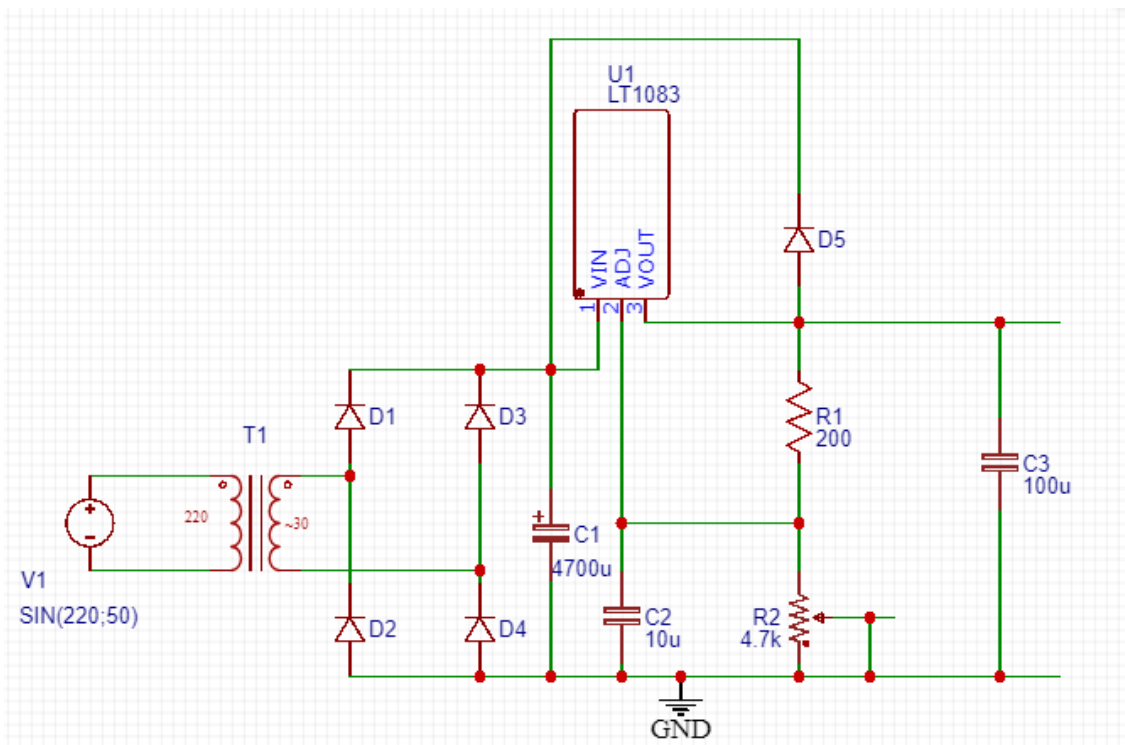


Рис.2 Схема електрична принципова блока живлення 24В

Другий блок це є світлодіодний драйвер – електронний пристрій, що стабілізує струм для живлення світлодіодів [7, 8]. Світлодіодний драйвер, основним параметром якого є струм живлення світлодіодів, був реалізований на мікросхемі LM3409. Принципову схему драйвера приведена на Рис. 3. Одним із технічних завдань, що були надані замовником є можливість регулювання яскравості світіння світлодіодів. Дана мікросхема дозволяє виконати дане завдання 4-ма методами. 2 методи є аналоговими, а інші 2 є методи ШІМ.

Суть аналогових методів полягає у підтримуванні постійного значення струму, що протікає через світлодіоди. Метод є простим, але має

свої недоліки, а саме зміну кольору випромінювання в залежності від значення струму.

ШІМ методи полягають у керуванні моментами включення та виключення струму через світлодіод. Однак слід зазначити, що методи ШІМ мають основний недолік. Сигнали, що посилаються із ШІМ генератора мають бути настільки швидкі, що людське око не повинне їх помічати, тобто їх частота має бути не менше 100 Гц

При порівнянні методів, я обрав рішення про використання аналогового методу дімування, шляхом додавання до конструкції змінного резистора на вихід мікросхеми під номером 2 (ADJ).

Блок освітлення буде встановлений у так званому «lighthouse» мікроскопа. Даний блок являє собою кільце, на якому симетрично розміщені світлодіоди задля отримання максимальної інтенсивності освітлення у центрі. При 12 підключених світлодіодах LED SMD2835 1Вт, світловий потік від кожного сягає приблизно 100 люменів[9]. Тобто можемо розрахувати силу світла за формулою: $I = \frac{d\Phi}{d\omega}$, де Φ – світловий потік, а ω – просторовий кут(кут світіння світлодіодів прийемо 120 градусів за номінальним значенням). Отже, маємо

$I = 382$ Кандел. Маючи значення сили світла, можемо перейти до освітленості, яка може бути виражена через формулу $E = I \cos(\frac{\gamma}{d^2})$; де d це відстань до точки, у якій ми шукаємо освітленість, а γ кут, що виникає між променем та перпендикуляром до поверхні на якій лежить точка освітленість якої ми шукаємо(для даної моделі мікроскопа візьмемо d рівним довжині штативу, для знаходження мінімальної освітленості при максимальному струмі через світлодіоди, тобто 240мм) . $E = 377$ Люкс.

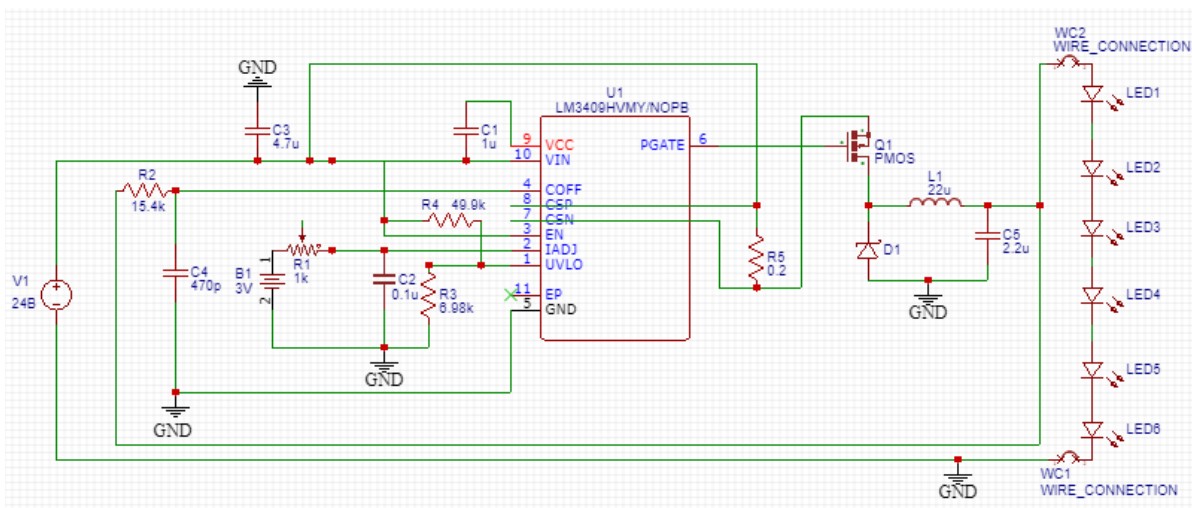


Рис.3 Принципова схема світлодіодного драйвера

Принцип дії приладу

На рис. 1 зображено структурну схему приладу. Принцип дії приладу полягає у тому, що першочергово вхідна напруга з промислової мережі надходить до блоку живлення 24В. Струм живлення проходить через понижуючий трансформатор 220/30 та подається на мостовий випрямляч. Далі випрямлена напруга потрапляє до стабілізатора, що реалізований на

мікросхемі LT1083. Згодом напруга подається на другий блок – світлодіодний драйвер. На якому відбувається стабілізація струму та функція димування (регулювання яскравості світіння світлодіодів) за допомогою входу мікросхеми LM3409 під назвою IADJ. Струм, який виходить із світлодіодного драйвера подається до блоку освітлення. Блок освітлення у свою чергу є платою із

світлодіодами, що виконують роль джерела світла[9].

Висновки

Розроблена система світлодіодного освітлення може використовуватися у оптичних мікроскопах на виробничих лініях, як заміна застарілих та знятих з виробництва газорозрядних джерел світла. Даний прилад має високі параметри надійності, можливість регулювання яскравості світіння, також він є екологічно безпечним та простим у ремонті. Слід також сказати, що дана система у перспективі довготривалого використання є дуже ергономічною та набагато дешевшою за інші. Розробка зроблена з максимальною доступністю для виготовлення та простоти експлуатації.

Література

1. Сравнение мощности светодиодных ламп, КЛЛ и ламп накаливания. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 17.
2. Спектры излучения осветителей белого свечения и осветители на их основе Светотехника /[Коган Л.М., Гальчина Н.А., Рассохин И.Т., и др.] 2005. № 1. С.15 - 17.
3. Диммер для светодиодов и светодиодных лент: описание, применение и схемы

подключения. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 29.

4. Владимир Рентнюк. Светодиод – такой знакомый и неизвестный. Часть 4. Основные проблемы и их решения. Журнал Chip News Україна с.12-с.20. – 2018.- №6
5. Юрий Раковций. Блок питания для мощных светодиодных осветительных приборов. Журнал Chip News Україна с.18-с.20. – 2012.- №4
6. Специфікація на мікросхему LT1083 [Електронний ресурс] <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/191654/linear/lt1083.html> - Назва з екрана.
7. Владимир Макаренко. Драйвер светодиодов с низким уровнем ЭМИ. Журнал Chip News Україна с.25-с.30. . – 2018.- №6
8. Специфікація на мікросхему LM3409 [Електронний ресурс]: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm3409.pdf> https://eandc.ru/pdf/mikroskhema/lm117_lm317.pdf - Назва з екрана.
9. Светодиодные матрицы. Журнал LED_Journal. – 2019. - № 13.