

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної  
конференції**

**«ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРИКЛАДНІ  
АСПЕКТИ РАДІОТЕХНІКИ І  
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ»**

**8-9 червня 2017 року**

Тернопіль  
2017

УДК 681.518.3

Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування. Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-9 червня 2017 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2017. – 244 с.

**ISBN 978-617-7331-38 -3**

Збірник містить матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки і приладобудування» з таких основних напрямків: математичні моделі та інформаційні технології; обчислювальні методи та засоби в радіотехніці і приладобудуванні; супутникові та наземні системи телекомунікацій; електроживлення радіоелектронної апаратури; біомедична інженерія; автоматизація та комп'ютерні технології; світлотехніка і електроенергетика.

<b>Ясній П.В.</b>	<b>Голова програмного комітету</b>
<b>Рогатинський Р.М.</b>	д.т.н., проф., голова
	д.т.н., проф., заступник голови
	<b>Науковий секретар</b>
<b>Чихіра І.В.</b>	к.т.н., доц., ТНТУ
	<b>Члени програмного комітету</b>
<b>Андрійчук В.А.</b>	д.т.н., проф., ТНТУ
<b>Біскало О.В.</b>	д.т.н., проф., ВНТУ
<b>Бурау Н.І.</b>	д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”
<b>Гуменюк Л.О.</b>	к.т.н., доц., ЛНТУ
<b>Дивак М.П.</b>	д.т.н., проф., ТНЕУ
<b>Домнін І.Ф.</b>	д.т.н., проф., Інститутіоносфери НАНУ і МОНУ
<b>Драган Я.П.</b>	д.ф-м.н., проф., НУ “ЛП”
<b>Дубровка Ф.Ф.</b>	д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”
<b>Дудикевич В.Б.</b>	д.т.н., проф., НУ “ЛП”
<b>Івахів О.В.</b>	д.т.н., проф., НУ “ЛП”
<b>Квстний Р.Н.</b>	д.т.н., проф., ВНТУ
<b>Ладанюк А.П.</b>	д.т.н., проф., НУХТ
<b>Матвійчук В.А.</b>	д.т.н., проф., ВНАУ
<b>Муравський Л.І.</b>	д.т.н., проф., ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ
<b>Наконечний М.В.</b>	д.т.н., проф., НУ “ЛП”
<b>Рибін О.І.</b>	д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”
<b>Русин Б.П.</b>	д.т.н., проф., ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАНУ
<b>Семенов Г.Н.</b>	д.т.н., проф., ІФНТУНГ
<b>Сенько В.І.</b>	д.т.н., проф., НТУУ “КПІ”
<b>Стахів П.Г.</b>	д.т.н., проф., НУ “ЛП”
<b>Стухляк П.Д.</b>	д.т.н., проф., ТНТУ
<b>Ткачук Р.А.</b>	д.т.н., проф., ТНТУ
<b>Юрченко О.М.</b>	д.т.н., проф., ІЕД НАНУ
<b>Яворський Б.І.</b>	д.т.н., проф., ТНТУ
<b>Яськів В.І.</b>	к.т.н., доц., ТНТУ

*Роботи друкуються в авторській редакції. Видавець не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.*

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, укладання, оформлення, 2017

УДК 623.32.032

Володимир Медвідь, Ірина Белякова, Вадим Пісьціо, Олег Шкодзінський,  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

### ДОСВІД ЕКСПЛУАТАЦІЇ СВІТЛОДІОДНИХ МОДУЛІЙ

У роботі приведено результати тривалої експлуатації деяких світлодіодних модулів, розглянуто основні проблеми, що виникають при цьому, та запропоновано деякі варіанти їх вирішення.

Ключові слова: світлодіодний модуль, експлуатація світлодіодних модулів.

**Volodymyr Medvid, Iryna Belyakova, Vadym Piscio, Oleh Shkodzinsky**  
**EXPERIENCES FEATURES OF OPERATING WITH LED MODULES**

In this paper presents a results experience of operation with some LED modules, discusses the main problems that arise with them. Suggested of some solutions of the problems that are rises

Keywords: LED module, operation of LED modules

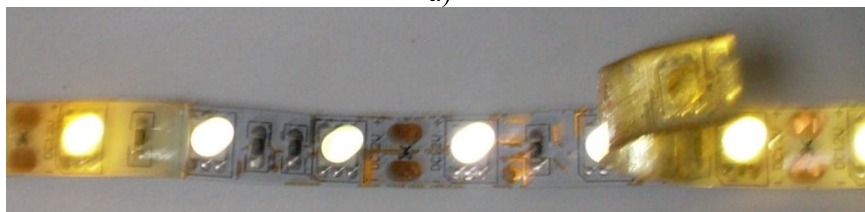
Широке використання світлодіодних джерел світла в різних галузях виробництва та побуті, крім явних переваг над газорозрядними джерелами випромінювання, мають, як виявилось, і ряд недоліків. Найперший з них - це залежність терміну використання від температурного режиму, при якому експлуатуються світлодіоди. З ростом температури р-п переходу світлодіоду змінюється його робочий струм, не дивлячись на те, що напруга живлення залишається незмінною. Це приводить не тільки до прискореного старіння світлодіоду, але і до зміни його світлових характеристик.

Значний вплив на робочу температуру світлодіодів здійснюють несприятливі умови експлуатації – в невеликих за розміром закритих об'єктах, які часто зустрічаються, наприклад, в зовнішніх рекламних вивісках (пластикові світлові об'ємні літери і т.п.). Як правило, в умовах відкритого середовища використовують світлодіоди закритого типу, що мають клас захисту IP63. Найчастіше, це досягається використанням силіконового покриття модулів або лінійки світлодіодів.

На рис. 1 показана світлодіодна стрічка SMD 5050 після експлуатації протягом двох місяців в закритому об'ємі світлової літери рекламної вивіски.



а)



б)

Рис. 1. Вигляд виведеної із експлуатації світлодіодної стрічки SMD 5050 (захисне покриття частково видалено): а) у вимкненому стані, б) у включеному стані

Схема частини стрічки показана на рис. 2.

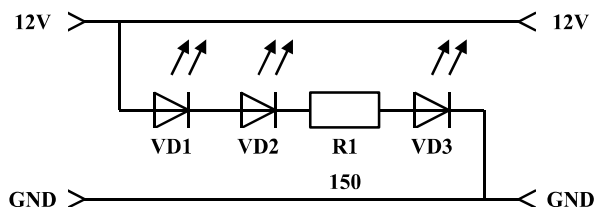


Рис. 2. Електрична схема модуля, що є частиною стрічки SMD 5050

В місці контакту світлодіоду з силіконом спостерігається потемніння останнього, що приводить до значного зменшення яскравості світлодіодів та їх колірності - біле світіння набирає жовтуватого відтінку і зменшує яскравість світлодіоду (рис 1 б).

Мікрофотографії поперечного перерізу світлодіодного модуля із покриттям наведені на наступному рисунку. На рисунку 1 зона деструкції покриття світлодіода, 2 - люмінофор, 3 - захисне покриття, 4 - електроди підведення живлення до кристалу світлодіода, 5 - 6 струмопровідні деталі корпусу. На рисунку видно зону потемніння 1 захисного покриття 3 із появою характерного кратера 7 по всій поверхні покриття.

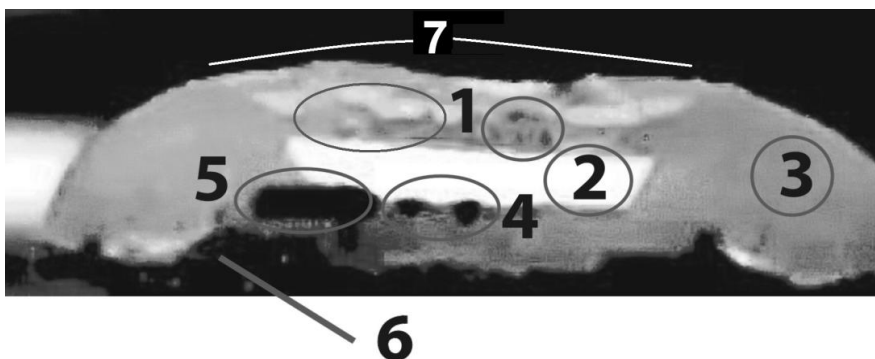


Рис. 3. Мікрофотографія поперечного зрізу експлуатованого світлодіодного модуля через кристал

Із вигляду пошкоджень, що виникли у процесі експлуатації модуля, можна зробити висновок, що основними факторами, котрі призводять до виходу модуля із ладу, є наступними:

- 1) локальний перегрів захисного покриття, котре у процесі деструкції дає усадку, внаслідок чого виникає кратер 7;
- 2) вплив синього та ультрафіолетового випромінювання кристалу, що призводять до появи потемнінь у глибині покриття на границі із люмінофором.

Щоб виключити можливість перегріву світлодіодів, необхідно в процесі експлуатації зменшити їх розсіювану потужність.

Для регулювання потужності (а, отже, і яскравості) світлодіодів та світлодіодних модулів використовують, як правило, два способи:

- керування струмом за рахунок зміни постійної напруги живлення,
- керування струмом за рахунок живлення імпульсною напругою світлодіодів із змінною тривалістю імпульсу (широтно-імпульсна модуляція - ШІМ).

У першому випадку, через нелінійність вольт-амперної характеристики світлодіодного модуля, що є частиною світлодіодної стрічки SMD 5050 (рис. 2), незначна зміна напруги живлення приводить до значної зміни струму, а, отже, і світлового потоку світлодіоду.

У другому випадку струм через світлодіод протікає лише протягом певної частини періоду вхідних імпульсів, а їх частота знаходиться в діапазоні

100 Гц...100 кГц, щоб людське око не сприймало пульсацій світлового потоку. Очевидно, що при живленні світлодіодів імпульсною напругою, діюче значення струму в імпульсі може бути наближене до номінального струму, а середнє значення напруги за період (а також споживану потужність) можна зменшувати за рахунок зменшення тривалості імпульсу. Для цього використовуються стандартні пристрої – диммери, що вмикаються послідовно з світлодіодами, – з можливістю регулювання їх яскравості як вручну, так і дистанційно. Для проведення досліджень частотних характеристик світлодіодних модулів SMD 5050 використовувався вихід широтно-імпульсного модулятора експериментальної установки на основі PIC контролера. Напруга вимірювалася за допомогою вольтметра універсального РВ7-22А, струм – за допомогою шунта опором 100 Ом, напруга на ньому контролювалася цифровим осцилографом DT9102А.

Вимірювання світлового потоку здійснювалося за допомогою лінійного датчика освітленості на основі фотодіоду у фотодіодному режимі. В частотному діапазоні вхідної напруги 15 Гц... 100 кГц світловий потік світлодіодів зростає лінійно із збільшенням середнього значення напруги на його вході (рис. 3). На рис. 3 приведена залежність відносного значення світлового потоку світлодіодів від щільності імпульсів при ШІМ регулюванні. Як видно, залежність є лінійною і не залежить від частоти імпульсів.

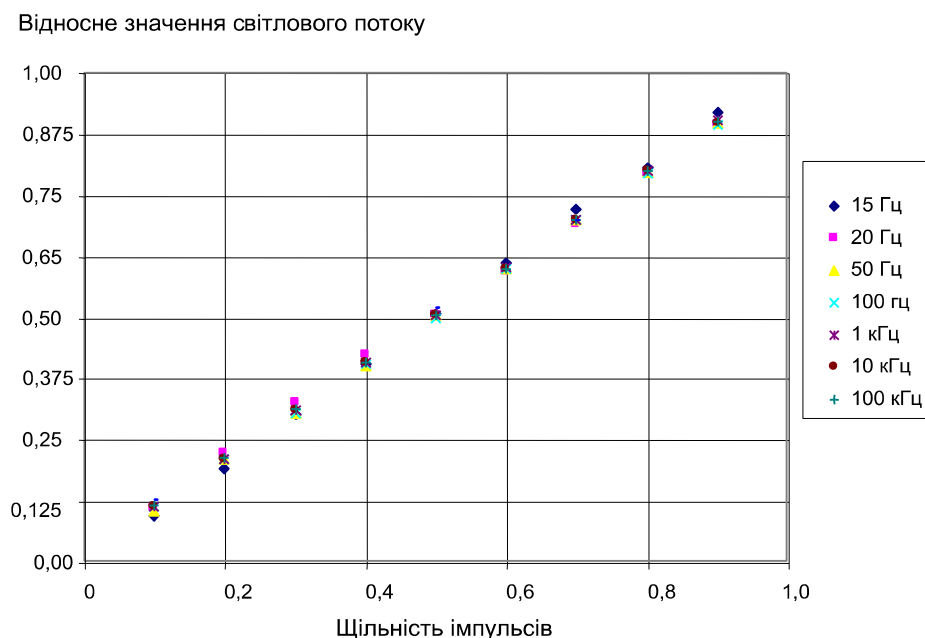


Рис. 3. Залежність світлового потоку SMD - світлодіоду від щільності імпульсів напруги на його вході на частотах 50 Гц... 100 кГц

Отже, основною проблемою при експлуатації світлодіодних модулів є їх перегрів, і в наслідок цього деструкція захисного покриття. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати живлення світлодіодів імпульсним струмом із використанням ШІМ при номінальному амплітудному значенні напруги.

Основним недоліком такого регулювання є наявність стробоскопічного ефекту із котрим можна боротись збільшенням частоти модуляції.