

П.М. Хорунжий, Ю.С. Любовский

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ СВЕТИЛЬНИКОВ СО СВЕТОДИОДНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ СВЕТА В РАЗЛИЧНЫХ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

Достоинства и недостатки светильников со светодиодными источниками света, выполненных с видами взрывозащиты “i”, “d”, “e”, “o”, “q”, “p”, “n”.

К л ю ч е в ы е с л о в а: светильник со светодиодным источником света, взрывоопасная зона, вид взрывозащиты.

Достоїнства і недоліки світільників зі світлодіодними джерелами світла, виконаних з різними видами вибухозахисту “i”, “d”, “e”, “o”, “q”, “p”, “n”.

К л ю ч о в і с л о в а: світільник зі світлодіодним джерелом світла, вибухонебезпечна зона, вид вибухозахисту.

Постановка проблемы. В настоящее время светодиоды нашли широкое применение:

- а) в качестве индикаторов – одиночных светодиодов (например, индикатор включения питания на панели прибора), а также цифрового или буквенно-цифрового табло (например, в пускорегулирующей аппаратуре);
- б) в уличных экранах, в бегущих строках (кластеры);
- в) в оптопарах (оптронах);
- г) в уличном, промышленном, бытовом освещении;
- д) как источники модулированного оптического излучения (передача сигнала по оптоволоконным кабелям, пульта ДУ);
- е) в подсветке жидкокристаллических экранов (мониторы и т.д.).

Такое широкое применение светодиоды нашли благодаря следующим преимуществам, по сравнению с другими электрическими источниками света:

- а) высокая световая отдача – до 150 люмен/Вт;
- б) высокая механическая прочность и вибростойкость (отсутствие нити накаливания и иных чувствительных элементов);
- в) срок службы – от 30000 до 100000 часов (при работе по восемь часов в день – от 10 до 34 лет);
- г) спектр излучения светодиодов – от тёплого белого (2700 К) до холодного белого (6500 К);
- д) малая инерционность, т.е. они включаются сразу на полную яркость, в то время как у ртутно-фосфорных (люминесцентных, экономич-

ных) ламп время включения составляет от 1 с до 1 мин, а яркость увеличивается от 30 до 100 % за 3...10 мин, в зависимости от температуры окружающей среды;

е) количество циклов включения-отключения не оказывает существенного влияния на срок службы светодиодов (в отличие от традиционных источников света – ламп накаливания, газоразрядных ламп);

ж) угол излучения – от 15 до 180 градусов;

з) низкая стоимость индикаторных светодиодов, хотя и более высокая при использовании в освещении;

и) электробезопасность, поскольку как для их разжигания, так и для горения не требуется высокое напряжение;

к) низкая температура светодиода или проводки (не выше 60 °С);

л) возможность управления световым потоком;

м) работоспособность при низкой и очень низкой температуре (высокая температура противопоказана светодиодам, как и любым полупроводникам);

н) экологичность – отсутствие ртути, фосфора и ультрафиолетового излучения; в отличие от люминесцентных ламп не требуется дополнительных затрат на утилизацию.

В связи с вышеизложенным использование светодиодов для освещения взрывоопасных зон является перспективным и поэтому проблема обеспечения их взрывозащиты является актуальной.

Анализ исследований и публикаций. В статье [1] рассмотрены системы защиты световых приборов, которые эксплуатируются во взрывоопасной среде. Сделан многокритериальный анализ и рассмотрен оптимальный вид защиты светильника для внутреннего освещения. Описана эксплуатация светильников с люминесцентными лампами и высокочастотным электронным балластом с функцией отслеживания «энд-оф-лайф»-эффекта и отключением лампы в аварийной ситуации.

Статья [2] посвящена рассмотрению видов взрывозащиты электрооборудования, предназначенного для применения в зоне 2. В ней описаны особенности обеспечения необходимого уровня взрывозащиты электрооборудования, применяемого в зоне 2, для уменьшения затрат при его производстве и эксплуатации. Подчеркнута практическая ценность использования в зоне 2 электрооборудования с взрывозащитой видов d, e, n, pz и ic, и проанализированы требования к электрооборудованию повышенной надёжности против взрыва. На примере асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором произведён сравнительный анализ особенностей применения различных видов взрывозащиты. В то же время вопросы взрывозащиты светодиодных светильников не рассматривались.

Цель статьи. Анализ особенностей обеспечения взрывозащищённости светодиодных светильников в различных взрывоопасных зонах.

Результаты исследований. В зависимости от необходимого уровня взрывозащиты, обусловленного взрывоопасной зоной, в которой предполагается эксплуатировать светильник, их конструкция может быть выполнена с использованием различных видов взрывозащиты.

В зоне 0 (Ga), в которой взрывоопасная среда присутствует постоянно или на протяжении длительного периода при нормальном режиме работы, используются светодиодные светильники с уровнем взрывозащиты «особовзрывобезопасный» [3]. Постоянное присутствие взрывоопасной среды как правило предполагает отсутствие людей в этой зоне и, следовательно, освещение необходимо лишь периодически, поэтому используются переносные светодиодные светильники с видом взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь уровня «ia» (рисунок 1). Эти светильники имеют низкие светотехнические характеристики, цепь их питания малой мощности, но они имеют малые габаритные размеры и массу, что позволяет использовать их для индивидуального освещения как переносные светильники.

*Рисунок 1 – Светильник переносной
MICA IL-800 Zone 0
с маркировкой 0ExiaIICT4*



Светодиодные светильники «особовзрывобезопасного» уровня взрывозащиты для угольной промышленности конструируют с видом взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь уровня «ia», поскольку параметры такой искробезопасной цепи позволяют обеспечить питание относительно мощных светодиодов, то есть использовать их и для рабочего освещения, и для аварийного, которое может оставаться под напряжением в случае аварийной ситуации (повышения концентрации метана сверх допустимого уровня). Питание таких светильников осуществляется от искробезопасного источника питания, расположенного во взрывонепроницаемой оболочке [4]. В аварийной ситуации, когда сеть должна быть отключена, светильник питается от встроенной аккумуляторной батареи и имеет уровень «особовзрывобезопасный», обеспеченный видами взрывозащиты «ia» у самого светильника и «ma» у блока питания с батареей (рисунок 2).

Для более мощных светильников, в которых невозможно обеспечить требуемый уровень взрывозащиты с помощью искробезопасной цепи уровня «ia» [5] или герметизации компаундом «ma» [6], стандартами предусмотрено применение нескольких независимых видов взрывозащиты, каждый из которых обеспечивает уровень взрывозащиты «взрывобезопасный». Однако по имеющейся информации в настоящее время такие изделия еще не изготавливаются.

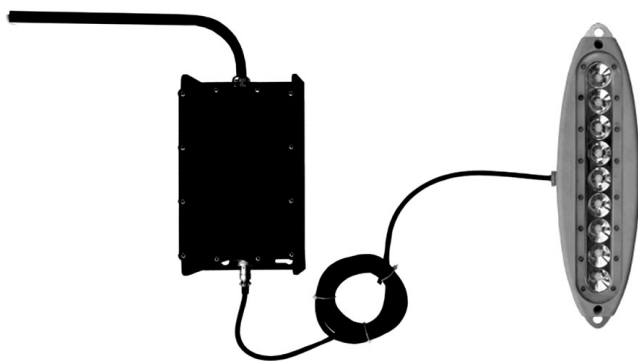


Рисунок 2 – Светильник производства фирмы SouthernStar Enterprises (Aust) Pty Ltd с маркировкой взрывозащиты Exeiama I (PВIPIIaC/POIIaC) или ExeiamaIICT4

В зоне 1 (Gb), в которой взрывоопасная среда может иногда появляться при нормальной работе, могут применяться светодиодные светильники с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасный». Он может быть обеспечен выполнением светильников с такими видами взрывозащиты как взрывонепроницаемая оболочка «d» [7], повышенная надежность против взрыва «e» [8], искробезопасная электрическая цепь уровня «ib» [5], герметизация компаундом «mb» [6], масляное заполнение оболочки «o» [9], оболочка под избыточным давлением «p» [10] и кварцевое заполнение оболочки «q» [11].

На практике нашли широкое применение светодиодные светильники с видом взрывозащиты взрывонепроницаемая оболочка «d» [7] (рисунок3), поскольку этот вид взрывозащиты обладает важными преимуществами по сравнению с другими видами, в том числе:

- а) позволяет обеспечить большую мощность светильника;
- б) ограничена температура только наружной поверхности, а не внутренних элементов;
- в) не требуется использование дополнительного оборудования;
- г) не требуются дополнительные эксплуатационные мероприятия (контроль уровня масла, предпусковая продувка и т.п.).



Рисунок 3 – Светильник производства «ОСП Корпорация «Ватра» ДСП19УЕх с маркировкой взрывозащиты IExdIIВТ6

Изготовление светильников с видом взрывозащиты повышенная надежность против взрыва «e» невозможно, потому что производители светодиодов не могут гарантировать стабильность их температурного режима на протяжении всего срока эксплуатации, что в скором времени будет отражено в стандарте IEC 60079-7.

Светильники с видом взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь» уровня «ib» [5] не получили широкого распространения (аварийные светильники, указывающие направление эва-

куации, которым необходимо работать продолжительное время в случае отключения сети), поскольку ограничение электрических параметров не позволяет выполнить светильник с высоким уровнем освещенности (рисунок 4). Сила тока светодиодов для смеси ПС ограничена источником питания на уровне 500 мА, что недостаточно для применения таких светильников для освещения помещений.



Рисунок 4 – Светильник производства Cooper Crouse-Hinds – Enhancing Safety & Productivity с маркировкой взрывозащиты ExeibmIICT4

Такие виды взрывозащиты, как герметизация компаундом уровня «mb» [6], кварцевое заполнение оболочки «q» [11] и масляное заполнение оболочки «o» [9], не используются в светильниках, поскольку их использование не позволяет достичь функциональной целесообразности последних. Но иногда применяются некоторые из этих видов взрывозащиты для отдельных элементов светильника, например блок питания светильников с защитой вида «ib» [5] выполняют с видом взрывозащиты «m» [7], а корпус – с видом взрывозащиты «e» (рисунок 4).

Вид взрывозащиты оболочка под избыточным давлением «p», предполагает наличие дополнительных устройств и соблюдение специальных правил эксплуатации, поэтому рационально использовать его не для светильников, а только для мощных электрических машин, обеспечение взрывозащищенности которых достичь другими способами более сложно.

В зоне 2 (Gb), в которой взрывоопасная среда при нормальных условиях эксплуатации обычно отсутствует, а если и возникает, то редко и существует недолго, используют светодиодные светильники с уровнем взрывозащиты «повышенная надежность против взрыва». Такой уровень может быть достигнут выполнением светильника с видами взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь «ic» [5], герметизация компаундом «mc» [6], защита вида «n» [12] и оболочка под избыточным давлением «pz» [10], однако виды взрывозащиты «ic» [5], «mc» [6] и «p» [10], как уже отмечалось выше, не используют для обеспечения взрывозащищенности светодиодных светильников.

Следует более детально рассмотреть вид взрывозащиты «n» [12], суть которого заключается в принятии дополнительных мер защиты в нормальном и некоторых ненормальных режимах работы, обусловленных требованиями стандарта, в результате чего не может быть вызвано воспламенение окружающей взрывоопасной газовой среды. В зависимости от принятых

мер светодиодный светильник может быть вида «nA», «nR», «nC».

При виде взрывозащиты «nA» («неискрящее электрооборудование») светильник сконструирован таким образом, чтобы минимизировать риск возникновения электрических дуг или искр, способных к воспламенению в условиях нормального режима работы. Предполагается, что при нормальной эксплуатации исключается включение или отключение компонентов в цепи под напряжением. Поэтому с видом взрывозащиты «nA» может быть сконструировано вводное отделение или отдельная клеммная коробка (рисунк 5), но не отделение, в котором находятся светодиоды, поскольку к

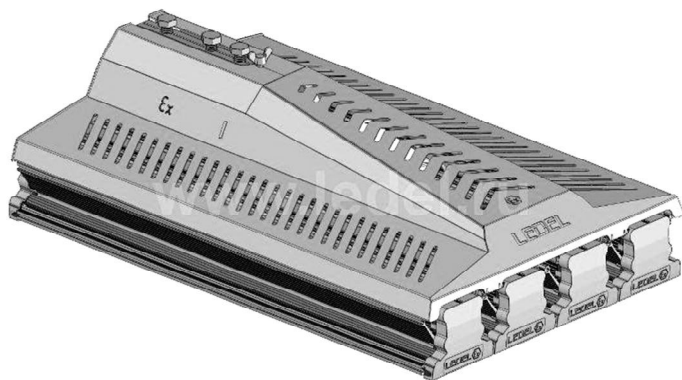


Рисунок 5 – Светильник производства ООО «ЛЕДЕЛ» с маркировкой взрывозащиты 2 ExnARaIIT6

«nA» предъявляются требования по ограничению внутренней температуры, а температурный режим светодиодов, как отмечалось выше, нестабилен. Для этого отделения используют вид взрывозащиты «nR».

При виде взрывозащиты «nC» («защита оболочкой») светильник может иметь внутри оболочки опасные в отношении воспламенения части, но оболочка защищает

окружающую взрывоопасную среду от воспламенения. В таких светильниках внутри оболочки при аварийном режиме работы могут быть части как искрящие, так и нагретые до опасной температуры, но сама оболочка не должна быть нагрета свыше нормы для соответствующего температурного класса.

При виде взрывозащиты «nR» («оболочка с ограниченным дыханием») оболочка светодиодного светильника сконструирована таким образом, что попадание внутрь нее взрывоопасной смеси ограничено, то есть такая оболочка должна обладать более высокой степенью защиты от внешних воздействий, и иметь штуцер, позволяющий проверять ее герметичность. Такой метод защиты применим к светильникам, температура внутри которых при эксплуатации не превышает температуру окружающей среды более чем на 10 °С. Эти светильники должны использоваться лишь при продолжительном режиме работы, поскольку при отключении во взрывоопасной среде возможно подсосывание смеси внутрь оболочки из окружающей взрывоопасной среды вследствие разности температуры.

Выводы:

1. Для светодиодных светильников, предназначенных для зоны 0, наиболее приемлема конструкция с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia».

2. Мощные светильники, используемые в зоне 1, позволяют достичь необходимой освещенности при выполнении их конструкции с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка».

3. Для зоны 2 чаще применяются светильники с видом взрывозащиты «пС» и «пА», поскольку соблюдение требований к таким светильникам можно выполнить, лишь незначительно доработав конструкцию изделий общего назначения.

Список литературы

1. Хорунжий П.М. Шляхи підвищення надійності світлових приладів у вибухонебезпечному середовищі / П.М. Хорунжий // Взрывозащищённое электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «АИР», 2011.– С.241-245.

2. Любовский Ю.С. Достоинства и недостатки различных видов взрывозащиты электрооборудования, предназначенного для применения в зоне 2 / Ю.С.Любовский // Взрывозащищённое электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. – Донецк: ООО «АИР», 2010.– С.314-323.

3. Правила устройства электроустановок. Электрооборудование специальных установок: НПА ОП 40.1-1.32-01.–К.:Укрархстройинформ,2001.-118 с.

4. Вибухонебезпечні середовища. Частина 0. Електрообладнання. Загальні вимоги : ДСТУ 7113:2009. – [Підписано до друку 20-08-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 66 с.

5. ІЕС 60079-11:2006 Вибухонебезпечні середовища. Частина 11. Електрообладнання з захистом іскробезпечно коло «і».

6. Вибухонебезпечні середовища. Частина 18. Електрообладнання з захистом герметизування компаундом «m»: ДСТУ ІЕС 60079-18:2009.

7. Вибухонебезпечні середовища. Частина 1. Вибухонепроникна оболонка «d»: ДСТУ 7114:2009. – [Підписано до друку 20-09-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 60 с.

8. ІЕС 60079-7:2006 Вибухонебезпечні середовища. Частина 7. Електрообладнання з захистом підвищена безпека «е».

9. Вибухонебезпечні середовища. Частина 6. Електрообладнання Вид вибухозахисту: масляне заповнення «о»: ДСТУ ІЕС 60079-6:2009. – [Підписано до друку 24-05-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 6 с.

10. Вибухонебезпечні середовища. Частина 2. Електрообладнання Вид вибухозахисту: оболонка під підвищеним тиском «р»: ДСТУ ІЕС 60079-2:2009.– [Підписано до друку 21-06-2012]. – К.:Держспоживстандарт України, 2012. – 30 с.

11. Вибухонебезпечні середовища. Частина 5. Електрообладнання Вид вибухозахисту: кварцове заповнення «q»: ДСТУ ІЕС 60079-5:2009. – [Підписано до друку 16-06-2012]. – К.: Держспоживстандарт України, 2012. – 10 с.

12. ІЕС 60079-15:2009 Вибухонебезпечні середовища. Частина 15. Електрообладнання з видом вибухозахисту «п».