

СКВОЗЬ ОГОНЬ, ВОДУ и медные трубы — ВЗРЫВО- ЗАЩИЩЕННЫЙ СВЕТИЛЬНИК



Текст: Сергей Назин



В современном мире активно развивается направление светодиодного освещения и происходит постепенный переход на него. Согласно Федеральному закону об энергосбережении (№261-ФЗ от 23.11.2009 г.) энергоёмкость экономики к 2020 году должна сократиться на 40%. Взрывобезопасные светодиодные светильники являются отличным ресурсом для достижения этого показателя. Как правило, у производителей LED освещения имеется множество вариаций конструкции корпуса и внутреннего исполнения в зависимости от применения в той или иной области. Как интересный и новый продукт для российского производства взрывозащищённый светильник заслуживает особого внимания. В данной статье будет рассмотрено применение силиконовых материалов для обеспечения взрывозащищённости LED светильника, имеющих ряд преимуществ перед традиционными способами.



1
Освещённая АЗС

Практика внедрения взрывозащищенных источников света показывает, что наиболее часто они применяются для освещения производственных помещений и наружных площадей атомной, нефтяной, химической и других промышленных областей с взрывоопасными зонами, в подземных выработках горнодобывающих шахт, рудников и их наземных строений, на автозаправочных станциях рис 1, рис 2. Светильник не должен стать причиной взрыва или воспламенения как при нормальных условиях работы, так и при возникновении неисправности в самом светильнике.

Отличительными особенностями взрывозащищенных светильников в сравнении с осветительными приборами общего назначения (офисное, промышленное, уличное освещение) являются:

- искробезопасное исполнение, а именно: изоляция частей светильника, которые могут стать причиной взрыва;
- тепловой режим, при котором температура наружных частей не превышает допустимой величины;
- прочность оболочки, способная выдержать внутренний взрыв;
- плотное соединение деталей.

Одна из наиболее уязвимых частей светильника — его источник питания. Постоянные скачки напряжения в электросети приводят к негативным последствиям: компоненты драйвера светильника могут перегреться, возможно короткое замыкание или даже взрыв компонента. Поэтому искробезопасность это, пожалуй, ключевой фактор при использовании светильников на объектах с повышенной взрывоопасностью.

Помимо этого, есть ещё несколько причин выхода из строя драйвера.

Во-первых, если источник питания недостаточно хорошо защищен от воздействия влаги, в нём может образовываться конденсат. Особенно это критично при работе в условиях морского климата, со временем накапливающийся конденсат приводит к выходу из строя или неправильной работе.

Во-вторых, на работу драйвера светильника влияют постоянные вибрации. Например, если светильник установлен рядом с железнодорожным полотном, крупной автомобильной магистралью или в шахте горнодобывающего комплекса, то постоянные колебания могут повредить элементную базу источника. В-третьих, остается вопрос эффективного теплоотвода на корпус от элементов источника питания.



2

Тоннель рудниковой шахты

Для защиты источника питания взрывобезопасного светильника целесообразно полностью изолировать его от внешней среды. Таким решением может стать заливка компаундом. Традиционно взрывобезопасное исполнение источника питания обеспечивалось за счет литого корпуса светильника, что увеличивает его массогабаритные характеристики.

Учитывая перечисленные уязвимостей драйвера, компаунд должен соответствовать следующим требованиям:

- работать в широком диапазоне температур $-50 +150^{\circ}\text{C}$;
- обладать хорошей теплопроводностью для эффективного отвода тепла от элементов источника на корпус светильника;
- иметь хорошую эластичность для эффективного сглаживания разницы ТКЛР и демпфирования постоянных нагрузок и вибраций;
- быть текучим, для заполнения всех зазоров между элементами драйвера;
- обладать отличными диэлектрическими свойствами;
- полимеризоваться в объеме.

В настоящее время существует множество видов различных компаундов, самыми распространёнными из

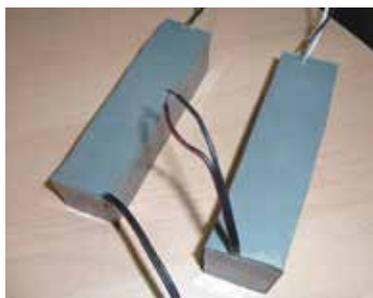
них: силиконовые, полиуретановые, эпоксидные, полисульфидные. Наиболее подходящими компаундами для заливки источника питания являются силиконы и полиуретаны рис 4, рис 5. Также можно использовать эпоксидные компаунды, но после полимеризации материалы данного класса становятся очень жесткими и при перепадах температур могут повредить элементы.

Рассмотрим свойства силиконового эластомера Dow Corning Sylgard 160. Он разработан для широкого диапазона применения, в том числе для заливки источников питания. Данный материал соответствует предъявленным требованиям: имеет коэффициент теплопроводности $0,62 \text{ Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{K})$, обладает превосходными диэлектрическими характеристиками (диэлектрическая прочность $19 \text{ кВ}/\text{мм}$), работает в широком диапазоне температур от -55 до $+200^{\circ}\text{C}$, имеет динамическую вязкость менее 10000 сП .

В светодиодном светильнике есть еще одно уязвимое место, которое может стать причиной взрыва — плата со светодиодами. Со временем постоянные термоциклы и вибрации могут повредить паяные соединения платы со светодиодом, что приведет к искрообразованию. Традиционно защита платы обеспечивалась за счёт защитного стекла. Одним из решений, которое позволит обеспечить дополнитель-



3
Блок АЭС



4
Источник питания,
залитый материалом
Dow Corning 160



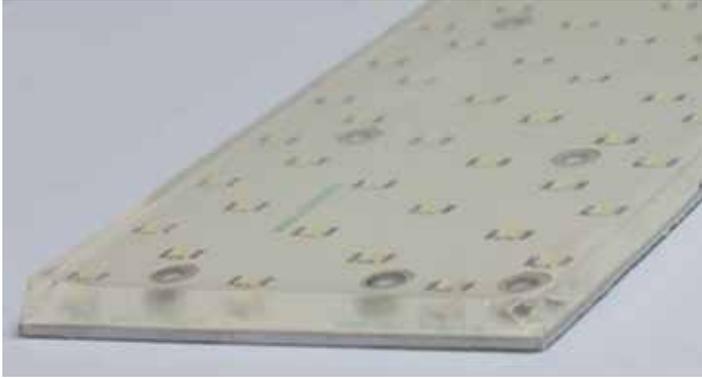
5
Залитый и не залитый
источник питания
в корпусе

ную взрывобезопасность светильника и исключить использование защитного стекла, является заливка светодиодной платы прозрачным компаундом.

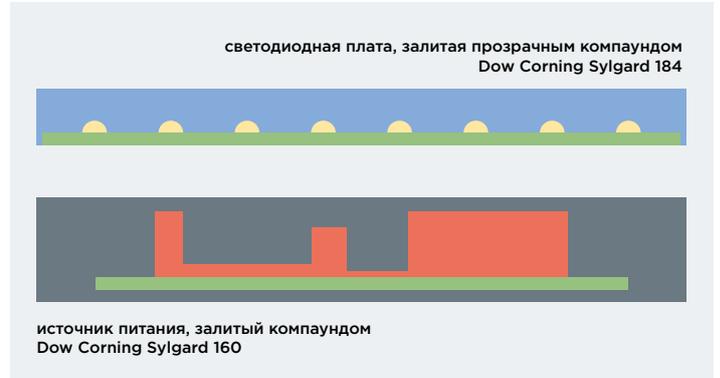
Компаунд для заливки должен соответствовать всем требованиям, описанным выше, а также:

- быть прозрачным, обеспечивать светопропускание;
- не содержать вещества, вступающие в реакцию со светодиодом;
- быть устойчивым к воздействию УФ излучения.

Кроме того, введение прозрачного материала на линзу светодиода может повысить светоотдачу. Показатель преломления силиконовой линзы светодиода составляет 1,53-1,54. Далее свет попадает в воздушную среду с показателем преломления 1. И, наконец, защитное стекло, в зависимости от материала, имеет показатель преломления 1,5-1,59. Виден «провал» в воздушной среде. Заполнение этого объема силиконовым оптически прозрачным компаундом с показателем преломления близким к 1,5 даёт прирост светоотдачи, что увеличивает энергоэффективность светильника (статья «Да будет свет! Современное светодиодное освещение. Тенденции. Задачи. Решения», А. Петров, информационный бюллетень «Поверхностный монтаж» № 3 (89), апрель 2011).



6 Светодиодная плата, залитая материалом Dow Corning 184



7 Конструкция залитого взрывозащищенного светильника

Использование такого компаунда позволит достигнуть таких преимуществ, как:

- высокоэффективная влагозащита платы со светодиодами и исключение появления влаги на внутренней поверхности стекла;
- уход от использования защитного стекла в конструкции светильника;
- повышение стойкости к воздействиям вибрации и ударов;
- улучшение температурного режима работы светодиода (дополнительная площадь рассеяния тепла).

Из популярных на сегодняшний день прозрачных компаундов наиболее подходящим вариантом является силикон, например, можно использовать Dow Corning Sylgard 184 рис 6. Это прозрачный двухкомпонентный силиконовый компаунд, позволяющий достигнуть всех вышеперечисленных характеристик, обладающий показателем преломления 1,4, низкой динамической вязкостью и широким диапазоном температур эксплуатации (от -55 до $+200^{\circ}\text{C}$).

На рис 7 показана конструкция взрывозащищенного светильника с залитыми источником питания и светодиодной платой. По сравнению со стандартными способами защиты герметизация компаундом уменьшает массу и габариты светильника и позволяет достичь требований, предъявляемых к взрывобезопасным источникам света.

Соединив предложенные технологии, мы получим светодиодный светильник, способный работать в условиях холодного и жаркого климата, в условиях высокой влажности и знойной пустыни, соответствующий IP67 с повышенной виброзащитой и ударостойкостью. Такой светильник способен надежно работать долгие годы на объектах с взрывоопасной зоной, например, на АЭС, АЗС или нефтепромышленных предприятиях. 