

КАТАФОТ ДОРОЖНОГО БАРЬЕРНОГО ОГРАЖДЕНИЯ С АВТОНОМНОЙ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОПОДСВЕТКИ

В.И. Капаев

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Резюме: Предложена конструкция светосигнального устройства предупредительной световой сигнализации дорожного барьерного ограждения, сочетающая два режима работы: пассивный–световозвращающий и активный – светозлучающий с целью улучшения его визуальной информативности при минимальном энергопотреблении и, как следствие, повышения безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: катафот дорожный, световозвращатель, автономная система электропитания, солнечная батарея, аккумулятор, мигающий светодиод.

CATAPHOT OF ROAD BARRIER RAILING WITH INDEPENDENT SYSTEM OF ELECTRIC LIGHTING

V.I. Kapayev

Kazan state power engineering University, Kazan, Russia

Abstract: A signal light device construction of warning light indication was proposed for road barrier railing. It combines two working modes: passive - light reflective cat's eye and active – light emitting one. The purpose of the proposal is the improvement of visual informative capacity along with minimal power consumption and as a result the increase of road traffic safety.

Key words: road cataphot, cat's eye, independent system of power supply, solar battery, accumulator battery, blinking LED

В соответствии с дорожным стандартом [1] сложные аварийно-опасные участки автомагистралей должны быть оборудованы энергопоглощающими металлическими барьерными ограждениями (рис.1,а), призванными в случае дорожно-транспортного происшествия (ДТП) предотвратить выезд автотранспортного средства как за пределы дорожного полотна, так и в сторону полосы движения, полностью либо частично погасить кинетическую энергию удара, и, как следствие, снизить тяжесть последствий ДТП. Результаты анализа статистики ДТП показывают [2], что если в случае наезда транспортных средств на препятствие число погибших в одном ДТП составляет 0,21, раненых 1,8 человек, то при наездах на барьерные ограждения число погибших и раненых в одном ДТП следующие: 0,12 и 0,7 соответственно. Эти данные убедительно указывают на существенное снижение тяжести последствий от ДТП при размещении барьерных ограждений на опасных участках или обустройстве ими массивных и иных препятствий на обочинах дорог.

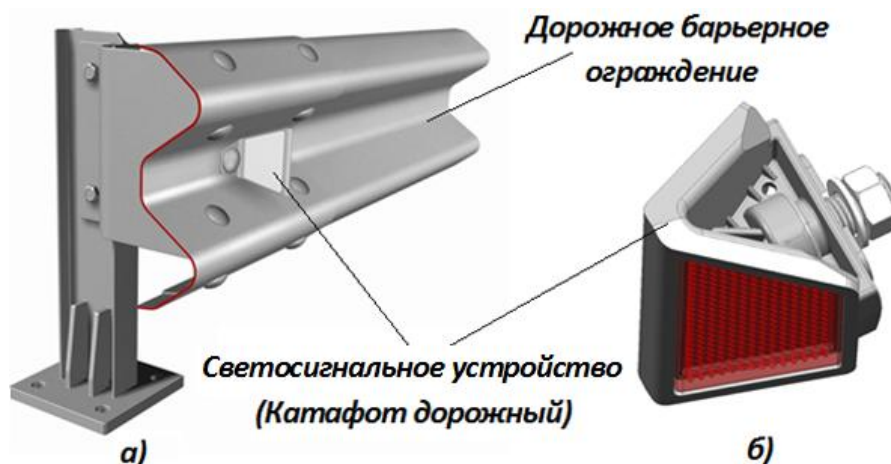


Рис. 1. Конструкция дорожного барьерного ограждения и катафота дорожного

Вместе с тем, дорожное барьерное ограждение представляет собой достаточно опасное препятствие, которое само может стать причиной ДТП. Поэтому дорожные барьерные ограждения оснащаются элементами визуальной информации – светосигнальными устройствами [3], которые, привлекая внимание водителей в условиях недостаточного освещения, заблаговременно предупреждают о местонахождении дорожных барьерных ограждений и, тем самым, предотвращают наезд на них автотранспорта в темное время суток. Приведенные в рекомендациях [4] материалы свидетельствуют, что наличие светосигнальных устройств снижает на 60% количество ДТП на данных участках автомагистралей в ночное время.

В основу оценки эффективности известных аналогов светосигнальных устройств дорожных барьерных ограждений и принципа их построения положена следующая реальность. Практика показывает, что водитель, заранее узнавший об особенностях предстоящего участка дороги, имеет максимальные шансы избежать аварии. В связи с этим, визуальная информативность светосигнальных устройств предупредительной световой сигнализации барьерных дорожных ограждений является определяющим показателем их эффективности. Однако повышение визуальной информативности светосигнальных устройств предупредительной световой сигнализации барьерных дорожных ограждений предполагает потребление ими определенного количества энергии, что проблематично обеспечить в условиях их работы на большом удалении от традиционных электрических сетей.

Результаты проведенного обзора и анализа свидетельствуют, что традиционные светосигнальные устройства дорожных барьерных ограждений являются пассивными световозвращателями – катафотами, так как сами они не излучают свет, а лишь отражают падающий на них свет фар. Один из типовых световозвращателей (катафотов) дорожного ограждающего барьера [5] показан на рис. 1, б. На боковых рабочих стенках световозвращателя (катафота) закреплены световозвращающие элементы соответствующего цвета, изготовленные из световозвращающих тонких полимерных листов или пленок с очень высокой интенсивностью световозвращения, имеющих плоскогранные оптические элементы (микропризмы), отражающие падающий на них свет за счет двойного отражения в направлении, близком к направлению его падения (в сторону источника света) с минимальным рассеиванием, или сферические оптические элементы (микростеклошарики), разворачивающие с минимальным рассеиванием луч света на 180° за счет изменения

показателя преломления среды и однократного отражения. Принцип действия световозвращающих оптических элементов демонстрируется на рис. 2.

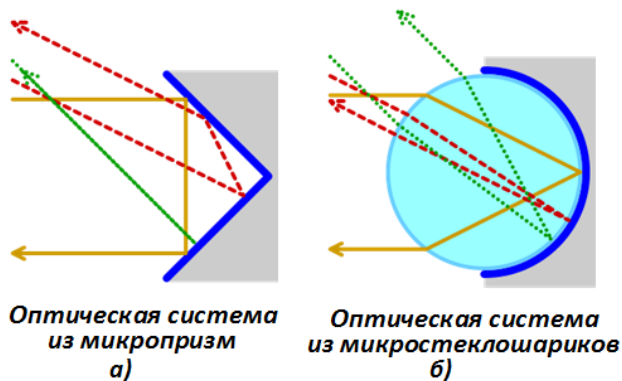


Рис. 2. Световозвращающие оптические элементы

В темное время суток свет фар движущегося по дороге транспортного средства попадает на световозвращающий элемент металлического ограждения и с заданного расстояния возвращается в зрительный анализатор водителя в виде отраженного луча соответствующего цвета. Так достигается безопасное и своевременное обозначение местонахождения ограждения и обеспечивается улучшение зрительного ориентирования водителя в темное время суток. Традиционные световозвращатели дорожного ограждения можно назвать пассивными, так как сами они не излучают свет, а лишь отражают падающий на него свет фар. К преимуществам световозвращающих катафотов следует отнести то, что они не требуют вообще никакого внешнего источника питания и используют в качестве источника света осветительные приборы движущегося транспорта.

По данным Корнельского университета (США) [6] реакция мозга человека, управляющего автотранспортом, в среднем составляет 1 секунду. Ещё столько же нужно на реакцию тела. При скорости 100 км/ч автомобиль проходит 30 метров в секунду. Значит, за две секунды (до принятия водителем решения совершить манёвр) автомобиль проедет 60 метров. То есть, чтобы предотвратить наезд на дорожное ограждение, водитель должен его заметить минимум за 60 м, что не гарантирует визуальная информативность традиционных световозвращающих катафотов, отражающих свет фар транспортных средств, так как световозвращающий элемент водитель увидит не раньше, чем на его поверхность упадет свет от фар, и при большой скорости движения не позволит ему вовремя среагировать и избежать опасной ситуации. Вместе с тем, глаз человека видит под более широким углом, и водитель гораздо раньше может увидеть участок дороги, с которого уже началось изменение в траектории дорожного полотна, однако должен дожидаться пока свет фар не отразится от световозвращателя дорожного ограждения. Таким образом, если бы светосигнальное устройство дорожного ограждения излучало бы свет само, т.е. было бы активным, аварийных ситуаций на дорогах было бы меньше.

В известных инновационных решениях [7], традиционные световозвращатели, с целью повышения их визуальной информативности, оснащаются автономной системой электроподсветки, включающей в себя солнечную батарею, аккумулятор и индикаторный светодиод. Основным недостатком этих решений является работа индикаторного светодиода их системы автономной электроподсветки в режиме непрерывного свечения, применение которого нерационально в компактных дорожных светосигнальных устройствах, где предъявляются высокие требования к габаритам и энергоэкономичности.

Резюмируя изложенное, можно сделать вывод о том, что необходимая эффективность устройств предупредительной световой сигнализации дорожных барьерных ограждений может быть достигнута при комплексной реализации следующих взаимосвязанных процессов: увеличении их визуальной информативности при небольшом энергопотреблении, позволяющем использовать последние научные достижения в области маломощных нетрадиционных источников электроэнергии. Таким образом, разработка устройств предупредительной световой сигнализации дорожных барьерных ограждений, построенных на основе энергоэффективных способов активной световой визуализации, является актуальной задачей.

Достоинством предлагаемого светосигнального устройства дорожного барьерного ограждения является его способность работать в двух режимах: пассивном – световозвращающем и активном – мигающесветоизлучающем. Режим мигающего (импульсного) свечения снижает энергопотребление светосигнального устройства. Время работы от полностью заряженного аккумулятора в режиме мигающего светодиода почти в два раза превышает время работы в режиме постоянного свечения светодиода. Кроме того, мигающесветоизлучающее светосигнальное устройство гораздо эффективнее привлекает внимание водителя и отчетливее различимо на расстоянии максимальной видимости независимо от угла зрения, что дает водителю больше времени для оценки ситуации и принятия правильного решения. Техническим результатом является повышение визуальной информативности и энергоэкономичности светосигнального устройства дорожного барьерного ограждения и, как следствие, повышение безопасности дорожного движения путем надежной заблаговременной визуализации барьерных дорожных ограждений в темное время суток.

Сущность предлагаемого комбинированного светосигнального устройства дорожного барьерного ограждения поясняется рис. 3. на котором показан его продольный разрез.

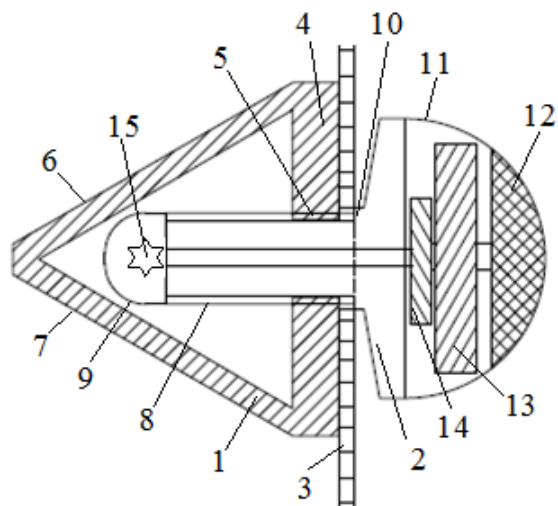


Рис.3. Комбинированное светосигнальное устройство дорожного барьерного ограждения

Комбинированное светосигнальное устройство дорожного барьерного ограждения содержит корпус 1, винт крепления 2 корпуса к дорожному барьерному ограждению 3 и автономную систему электроподсветки, встроенную внутреннюю полость винта 2. Корпус 1 светосигнального устройства содержит основание 4 с резьбовым отверстием 5 под винт крепления корпуса к барьерному ограждению, боковую рабочую поверхность 6 со

световозвращающей пленкой красного цвета, боковую рабочую поверхность 7 со световозвращающей пленкой белого цвета. Винт крепления 2 корпуса к дорожному барьерному ограждению 3 содержит пустотелый резьбовой стержень 8, прозрачную торцовую часть 9, квадратное подголовье 10, сферическую головку 11. Автономная система электроподсветки содержит солнечную батарею 12, аккумулятор 13, контроллер – импульсный преобразователь 14, мигающий светодиод 15. Корпус 1 выполнен из высокопрочного упругоэластичного полупрозрачного материала и, неся на своих боковых поверхностях 6 и 7 высокоинтенсивную световозвращающую пленку соответствующего цвета, способен пропускать свет от мигающего светодиода 15 автономной системы электроподсветки, находящегося в рабочем состоянии во внутренней полый полости корпуса. Солнечная батарея 12, аккумулятор 13, электрически связаны между собой посредством контроллера – импульсного преобразователя 14, обеспечивающего режим зарядки аккумулятора в светлое время суток. Мигающий светодиод 15, по сути, представляет собой комбинированный электронный прибор, в котором в одном компактном корпусе размещены интегральная микросхема – генератор импульсов с частотой вспышек 1,5 – 3 Гц и световой излучатель – кристалл светодиода. Мигающие светодиоды по размерам не отличаются от обычных индикаторных светодиодов, но, в отличие от них, очень энергоэкономичны. При отсутствии напряжения на солнечной батарее (в темное время суток) контроллер – импульсный преобразователь 14 электрически соединяет аккумулятор 13 с мигающим светодиодом 15, обеспечивая на нем необходимое по величине и форме напряжение питания.

Принципиальная схема автономной системы электроподсветки комбинированного светосигнального устройства показана на рис. 4, где SBAT – солнечная батарея, BAT – аккумулятор, 5252F – специализированная микросхема, VD – выпрямительный диод; C – накопительный конденсатор и LED – мигающий светодиод.

Контроллер – импульсный DC–DC преобразователь, повышающий напряжение аккумулятора до необходимого для питания мигающего светодиода, реализован на микросхеме 5252F, дросселе L, диоде VD и конденсаторе C. Вход SBAT микросхемы управляющий, при наличии на нём высокого уровня напряжения (солнечная батарея освещена) преобразователь не работает – идёт зарядка аккумулятора, а при низком уровне напряжения (в сумерках, когда солнечная батарея не освещена) преобразователь начинает работать, питая мигающий светодиод электроэнергией от аккумулятора.

Предлагаемое комбинированное светосигнальное устройство дорожного ограждения работает следующим образом. Перед установкой выключателем SA подключают аккумулятор к входу BAT микросхемы. Далее устройство устанавливают на балке секции дорожного ограждения, как и традиционный световозвращающий катафот, в соответствии с ГОСТ Р50971-2011. При этом солнечная батарея, расположенная в сферической головке винта крепления корпуса, будет находиться на стороне дорожного барьерного ограждения – противоположной стороне движения автотранспортных средств, подвергаясь меньшему загрязнению.

При движении транспортного средства в темное время суток свет фар попадает на световозвращатель, закрепленный на рабочей поверхности корпуса, и с заданного расстояния возвращается в зрительный анализатор водителя в виде отраженного луча соответствующего цвета, обозначая местонахождение дорожного ограждения. Вместе с тем, солнечная батарея в светлое время суток под воздействием ультрафиолета вырабатывает электрическую энергию и заряжает ею аккумулятор, питающий, в свою очередь, в темное время суток мигающий светодиод, свечение которого, не уменьшая световозвращающего качества светосигнального устройства, больше активизирует внимание водителя (рис. 5).

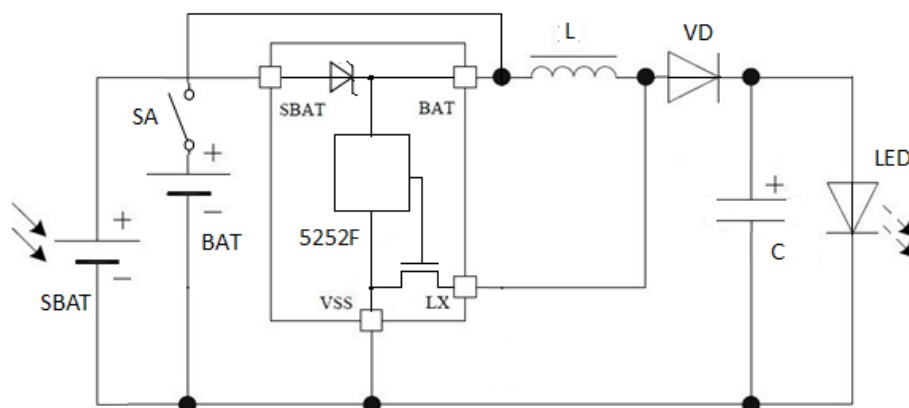


Рис. 4. Схема автономной системы электроподсветки комбинированного светосигнального устройства

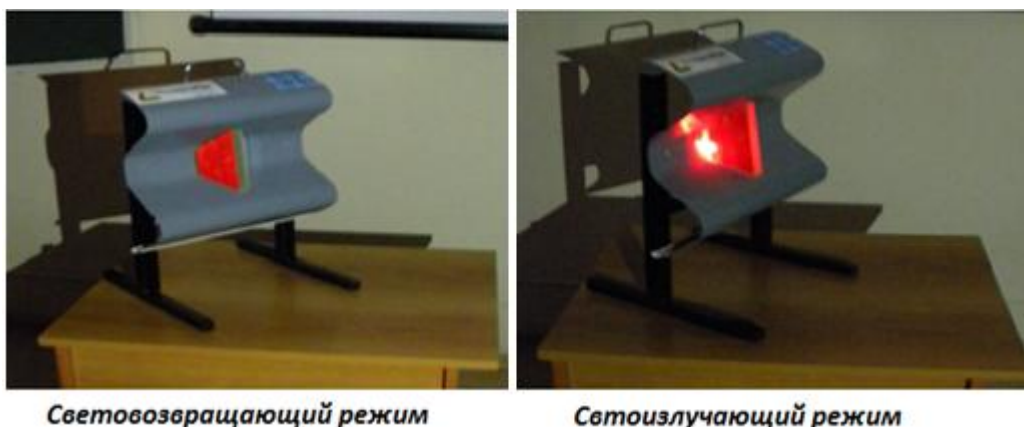


Рис. 5. Режимы работы комбинированного светосигнального устройства

Работа автономной системы электроподсветки полностью автоматизирована и не требует участия человека. Работой такой системы управляет контроллер – импульсный DC–DC преобразователь, который отслеживает напряжения на солнечной батарее и аккумуляторе. И в светлое время суток, когда напряжение на солнечной батарее превышает напряжение аккумулятора, подключает его к солнечной батарее на зарядку, отключая мигающий светодиод, а с наступлением сумерек, когда свет перестает освещать солнечную батарею (при снижении напряжения на солнечной батарее), автоматически подключает мигающий светодиод к аккумулятору, преобразуя его напряжение до уровня и формы, необходимых для питания мигающего светодиода. Причем работа светосигнального элемента не зависит от погодных условий, потому что последние научные достижения и передовые технологии в области солнечной электроэнергетики позволяют осуществлять заряд аккумулятора даже в отсутствии прямых солнечных лучей (ультрафиолет проникает сквозь облака), что гарантирует бесперебойную работу светосигнального элемента в осенние и зимние месяцы. Это, в свою очередь, является актуальным для многих регионов России.

В заключение можно отметить следующие принципиальные моменты:

1. Достоинством предлагаемого комбинированного светосигнального устройства дорожного барьерного ограждения является его способность работать в двух режимах:

пассивном – световозвращающем и активном – светоизлучающем, а режим мигающего (импульсного) свечения снижает энергопотребление светосигнального устройства. Время работы от полностью заряженного аккумулятора в режиме мигающего светодиода почти в два раза превышает время работы в режиме постоянного свечения светодиода.

2. Кроме того, мигающее светоизлучающее светосигнальное устройство гораздо эффективней акцентирует внимание водителя и отчетливее различимо на расстоянии максимальной видимости независимо от угла зрения, что дает водителю больше времени для оценки ситуации и принятия правильного решения.

3. Предложенная конструкция комбинированного светосигнального устройства дорожного барьерного ограждения получила одобрение у сотрудников ГИБДД, специалистов транспорта и дорожного хозяйства, вызвала конструктивный интерес у производителей элементов дорожной инфраструктуры, обеспечивающей безопасность дорожного движения, и обладает коммерческой привлекательностью.

Литература

1. ГОСТ 26804-2012. Межгосударственный стандарт. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия.
2. Новизенцев В.В. Анализ аварийности при наезде транспортных средств на дорожные ограждения. // Наука и техника в дорожной отрасли, 2011 № 1.Международный научно-технический журнал.
3. ГОСТ Р 50971-2011. Технические средства организации дорожного движения. Световозвращатели дорожные. Общие технические требования. Правила применения.
4. Осуществление контроля за соблюдением требований, предъявляемых к применению дорожных ограждений. Методические рекомендации. Москва 2006. Источник: <http://www.gosthelp.ru/text/Metodicheskierekomendacii/399.html>.
5. Патент на полезную модель 128353 РФ, МПК:G02B5/12. Световозвращатель дорожного ограждающего барьера /Культияпов А. А. и др. Дата опубл. 20.05.2013г.
6. О пользе световозвращающих элементов. Источник: <http://www.school5xm.ru/data/documents/Roditelyam-dlya-bezopasnosti-detey>.
7. Патент на полезную модель 53061 РФ, МПК G09F13/16, F21V19/00. Элемент дорожного ограждения / Новожилов А.А., Павлова Е. К. Дата опубл. 27.04.2006 г.

Авторы публикации

Канаев Владимир Иванович – канд. техн. наук, доцент кафедры «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) Казанского государственного энергетического университета (КГЭУ).

References

1. GOST R 26804-2012. Interstate standard. Metal road fences barrier-type. Specifications.
2. Novoseltsev V. V., Sidorova A. S. Analysis of accidents in the collision of vehicles on road barriers. International scientific-technical journal. "Science and technology in the road sector", № 1-2011.
3. GOST R 50971-2011. Technical means of traffic organization. Reflectors road. General technical requirements. Rules of application.
4. [Electronic resource] the Implementation of control over observance of the requirements for the application of a safety fence. Methodical recommendations. Moscow 2006. Mode of access: <http://www.gosthelp.ru/text/Metodicheskierekomendacii/399.html>
5. The patent for useful model RF # 128353, IPC:G02B5/12. A reflector road fencing barrier /Kultaepov A. A. etc., date of publ. 20.05.2013.

6.[Electronic resource] On the benefits of reflective elements. Mode of access: <http://www.school5xm.ru/data/documents/Roditelyam-dlya-bezopasnosti-detey>.

7. The patent for useful model RF # 53061, IPC G09F13/16, F21V19/00. Element safety fences / Novozhilov A. A., Pavlova E. K., date publ. 27.04.2006.

Authors of the publication

Vladimir I. Karaev– candidate of technical Sciences, associate Professor of the Department "Theoretical bases of electrical engineering" Kazan state power engineering University.

Поступила в редакцию

25 января 2017 г.