Виктор Волков, д. т. н., академик РАЕН, профессор | volkvik2009@yandex.ru

Светодиодные автомобильные основные и дополнительные фары

В статье рассматриваются основные светодиодные автомобильные фары ближнего, дальнего, комбинированного и дневного света, а также дополнительные фары: рабочего света, противотуманные фары, светодиодные балки. Приводятся их параметры и характеристики.

Фара автомобиля является одним из основных наиболее важных устройств для его вождения в широком диапазоне изменения внешних условий. Фары должны помогать водителю при движении автомобиля как днем, так и ночью, в сумерках и в тумане. В настоящее время существуют галогенные, ксеноновые и светодиодные фары [1].

Наиболее часто используются галогенные лампы. В них вольфрамовая нить накала (или две нити в случае двухнитевых ламп) помещена в колбу, заполненную парами йода или брома. Они продлевают срок службы лампы. Мощность этих фар может достигать от 35–60 до 130 Вт, световой поток — около 1000 лм для ближнего света и 1650–2100 лм — для дальнего света. Большой световой поток этих фар позволяет их использовать и как основные, и как дополнительные фары. Работают они около 500–1000 ч. Недостатками таких ламп является их низкий КПД и возможность вступать в химическую реакцию с различными веществами.

Ксеноновые лампы более дорогие, чем галогенные, но имеют больший световой поток (до 3200 лм), более высокий КПД и в 2,5 раза больший срок службы (до 2500 ч). Недостатки ксеноновых ламп — избыточно яркий свет, который может ослепить водителей встречного транспорта.

Светодиодные фары по сравнению с галогеновыми и ксеноновыми фарами имеют самый высокий КПД, достаточно большой световой поток, рекордный ресурс (3×10^4–5×10^4 часов). Малые размеры светодиодов позволяют встраивать их в достаточно сложные конфигурации, повторяя любые формы фар. Единственный недостаток светодиодных фар — их сравнительно более высокая стоимость. Но она имеет тенденцию к снижению [1]. Об этих фарах и пойдет речь в данной статье.

Вообще фары современных автомобилей можно условно разделить на основные фары (ближнего, дальнего и дневного света), а также на специализированные дополнительные фары (противотуманные, рабочие и светодиодные балки) [2]. Последние представляют собой прожектора, которые призваны обеспечить безопасное движение по ночным автомагистралям, а также выполнение специальных работ и удобное маневрирование на парковых площадках или в условиях бездорожья в темное время суток.

Фары ближнего света (Dipped Beam или Low Beam) нужны для освещения дороги впереди автомобиля. Они должны обеспечивать видимость дороги вперед на 50–60 м и безопасный разъезд на узкой дороге без ослепления водителей встречного транспорта. В этих фарах световой поток смещен в сторону правой обочины дороги и наклонен вниз [2].

Фары дальнего света (Driving Light, Main-Beam или Hi-Beam) служат для освещения дороги впереди автомобиля при отсутствии встречного транспорта и на сравнительно большое расстояние — 100–150 м, создавая мощный плоский луч света. Они могут быть штатными и дополнительными навесными. Последние необходимы для безопасных ночных поездок [2].

Фары дневного света (ходовые огни) обеспечивают безопасное движение днем и являются более экономичной заменой фар ближнего света. Их преимущества: малое энергопотребление, предотвращение износа основных головных фар, обеспечение оптимального контраста в яркий солнечный день [2].

Фары рабочего света предназначены для обеспечения проведения в ночное время строительных, монтажных, погрузочно-разгрузочных, ремонтных и других подобных работ. В отличие от фар ближнего и дальнего света, эти фары обеспечивают освещение больших площадей [2].

Следует отметить, что фары ближнего или дальнего света, фары дневного света и противотуманные фары относятся к фарам головного света.

Светодиодные (СД) автомобильные фары (рис. 1) стали применяться сравнительно недавно. Они обладают высокими параметрами, но из-за своей пока еще значительной стоимости установлены главным образом на автомобилях Audi, Cadillac, Lexus [2], хотя их все чаще применяют и на других автомобилях. В конечном счете, будущее за СД-фарами. Кроме большого срока службы, они имеют низкое энергопотребление (3,5 Вт), в то время как галогенные фары потребляют до 55 Вт, а ксеноновые — до 35 Вт. СД-фары могут быть адаптивными, что невозможно для галогенных фар и очень дорого и сложно для ксеноновых. Свет СД-фар близок к естественному и вообще может иметь разные цвета. СД-фары распространяют равномерный, не ослепляющий, мягкий и яркий свет, работают в любых условиях, имеют повышенную устойчивость к механическим нагрузкам, в том числе и вибрациям, обладают влагоустойчивостью и могут работать в экстремальном диапазоне температур –60…+50 °С [3, 4]. При длительной работе у СД-фар отсутствует нагрев. К недостаткам СД-фар, кроме высокой стоимости, следует отнести их необслуживаемость, т. е. необходимость замены фары целиком в случае выхода из строя СД-излучателя. Но при таком высоком ресурсе и надежности это может произойти очень не скоро и крайне редко. Для особо мощных СД-фар требуются радиаторы и микровентиляторы. СД-фара требует систему управления (драйвер), без которой они светятся хуже, чем галогенные лампы. СД-фары не следует путать с СД-лампами, которые не имеют системы управления. Блок управления может автоматически включать и выключать дальний свет. В случае появления встречного транспорта этот блок автоматически выключит некоторые СД, чтобы не ослеплять водителя. На повороте, наоборот, включаются дополнительные СД. В отличие от ксеноновых, СД-фары разгораются практически мгновенно. Но они плохо переносят сильные броски тока. Это требует его стабилизации в электрической сети автомобиля [3]. Световой поток СД-фар достигает 1800 лм, что значительно выше, чем у галогенных фар [4]. Характер исполнения СД для фары показан на рис. 2. Поскольку один СД не может обеспечивать достаточный световой поток, то отдельные СД объединяют в набор, размещаемый в едином блоке. Малые размеры СД позволяют создать из их набора также полоски света, которые легко скрутить и разместить в таких местах автомобиля, куда обычная лампа не вписывается.

Рис. 1. СД-фара на автомобиле

Наиболее известные применения СД-фар — в качестве фар дневного света (ходовых огней) [5].

Рассмотрим некоторые конкретные модели автомобильных СД-фар [6].

Светодиодная фара ближнего водительского света РИФ 7" 60 W LED [7] формирует достаточно рассеянный, но более интенсивный по центру пучок света. Фара полностью влагозащищена и пыленепроницаема, рассчитана на использование в экстремальных условиях, не боится вибраций,

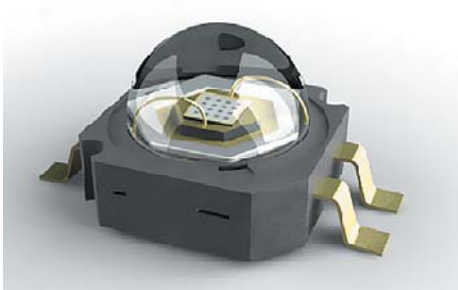

Рис. 2. Типичный вид мощного СД

Рис. 3. СД-фары ближнего света: а) XIL-OP240; б) прямоугольная фара 18 W Epistar; в) Aurora ALO-247; г) «Ангельские глазки»

Таблица 1. Примеры светодиодных автомобильных фар ближнего света

Модель	P, Вт	Ф, лм/$T_{цв}$, К	Количество СД, шт.	U, В	Габариты, мм	Δtp, °C/класс защиты
«Ангельские глазки»	10	3200/6000	1	9–32	64×76×89	–/IP65
РИФ 27 W LED	12	650/5000	4		150×36×60	–/IP67, IP69K, SAEJ1455
XIII-LPX1540	75	7395/6000	15		502×53×62	(–40...+80)/IP69K
XIL-UF32	0,2	500/6000	1		90×50×23	(–40...+80)/IP68K
XIL-OP240	20	1720/6000	2		148×122×97	(–40...+80)/IP69K
Aurora ALO-2-E47	40	3200/6000-6500	4		76×82×84	
XIL-PX1240	60	5916/6000	12		201×80×84	(–40...+80)/IP69K
NANOLED NL-1540B 40W	40	4800/5500	4	10–30	198×64,5×92	–/IP68
NANOLED NL-1310B 10W	10	1200/5500	1		50×50×90	–/IP68

Примечание: P — мощность, Ф — световой поток, U — напряжение питания, I — ток питания, $T_{цв}$ — цветовая температура, Δt_p — диапазон рабочих температур.

Таблица 2. Некоторые модели светодиодных автомобильных фар дальнего света

Модель	P, Вт	Ф, лм/$T_{цв}$, К	Количество СД	U, В	Габариты, мм	Δtp, °C/класс защиты
РИФ 35W LED	35	3200/6000	7	9–36	83×73×65	–/IP68, IP69
XIL-LPX1825	90	8874/000	18	9–32	598×53×62	(–40...+80)/IP69K
SP10W510	33	2900/6000	4		131,2×104,5×169	(–40...+50)/–
SP10W710	52	4700/6000	6		182×104,5×169	
XIL-PX3025	150	14790/6000	30		445×80×84	(–40...+80)/IP69K
CNL-CPZ610	50	3200/6000	5	11–65	170×224×91,4	
РИФ 8" 40 W LED	40	3440/5000	4	9–48	203×64×92	(–40...+60)/IP68
РИФ 20W SM-950P	20	1450/6500	2		119×64×92	–/IP68
CTL-HP925	40	44370/6000	8		352×60×79	
Moto-cat MC-2010-SXA	10	1000/6000	1	12–48	57×57×65	–/IP67
Moto-cat MC-4020	20	2000/6000	2		105×70×94	
Moto-cat-13X-060A	60	5900/6000	6		516×85×50	
Moto-cat-13X-100A	100	9800/6000	10		443×64×92	
Moto-cat-13X-120A	120	11800/6000	12		524×64×92	
NANOLED 60W	60	5160/5500	6	9–70	276×64,5×92	–/IP68
NANOLED 260W	260	24400/5500	26		1071×64,5×92	
NANOLED 240W	240	28000/6000	24		515×100×93	
NANOLED 70W круглая	70	7560/6000	7		Ø155×105	
NANOLED 100W	100	8600/5500	10		436×64,5×92	–/IP68
РИФ 18W SM-961F	18	1008/6000	6	12–30	192×44×74	(–40...+85)/IP68

Примечание: P — мощность, Ф — световой поток, $D_{осв}$ — дальность освещения, U — напряжение питания, I — ток питания, $T_{цв}$ — цветовая температура, Δt_p — диапазон рабочих температур.

тряски или ударов. Она очень экономична, потребляет минимум электроэнергии, но дает хороший свет. В фарах РИФ применены светодиоды американской фирмы Cree — у них превосходная светоотдача и мягкий, небликующий, приятный для глаз свет. Для обеспечения длительного срока службы на задней части корпуса сделан радиатор для наиболее эффективного охлаждения. Уникальный рефлектор, созданный по специальной технологии Hybrid, позволяет фокусировать пучок света от диода. Каждый СД установлен независимо, так что выход из строя одного из них позволяет фаре продолжать работать. В таблице 1 представлены основные параметры светодиодных автомобильных фар ближнего света, а их типичный внешний вид показан на рис. 3а–г [7, 8, 22].

СД-фара дальнего водительского света РИФ 40" 24W LED [8] формирует узкий туннельный пучок яркого света, рассеивающийся на большом расстоянии от автомобиля. Являет собой улучшенный и усиленный аналог штатного дальнего света. Фара имеет те же положительные свойства, что и предшествующая модель. Комбинированный свет сочетает свойства мощного рассеянного и узкого туннельного пучков света, давая яркий, плотный, дальнобойный световой поток [9]. Фара водо- и пыленепроницаема (класс защиты IP68), содержит интегрированную систему электронной терморегулировки. Благодаря компактным размерам, фары можно скомпоновать в осветительный блок. Корпус фары отлит из высококачественного алюминиевого сплава под высоким давлением, окрашен порошковой краской с помощью электростатического напыления при повышенной температуре. Фара полностью водонепроницаема, пыленепроницаема и ударопрочна, не боится вибраций, устойчива к проявлениям сейсмической активности. Она защищена закаленным стеклом и крепится кронштейном из нержавеющей стали. Расширенный радиатор разработан так, чтобы продлить срок службы СД и обеспечивать наилучшее охлаждение. Уникальный рефлектор, созданный по специальной технологии Hybrid, позволяет диодам работать на 93% оптической эффективности. Каждый СД установлен независимо, так что выход из строя одного из них позволяет фаре продолжать работать. Светоотдача этой фары феноменальна: дневной свет чистый и белый, без артефактов и мертвых точек. Фары прекрасно освещают всю площадь обзора, что дает

большую наглядность без усталости глаз, создает мягкий небликующий свет.

В таблице 2 представлены основные параметры светодиодных автомобильных фар дальнего света, а их типичный внешний вид показан на рис. 4а–ж [23–28].

На основе СД выполнены дополнительные фары в виде так называемой световой балки (люстры). Она является неотъемлемой частью любого внедорожника (их типичный внешний вид представлен на рис. 5а–з [10–12]. Этот осветительный прибор обеспечивает создание мощного светового потока при движении в экстремальных условиях: лесные просеки, горные равнины, плохие метеоусловия и др. СД-балки дополняют фары головного света и могут быть установлены главным образом на крыше автомобиля, либо сбоку, спереди и сзади. СД-балка, находящаяся на крыше, т. е. выше уровня глаз, освещает всю площадь труднопроходимой и неровной дороги, обеспечивая водителю удобные условия передвижения без наличия темных пятен в освещении. Особенно велика роль СД-балки при преодолении глубоких луж и бродов. При этом следует отключить фары головного света, т. к. вода, попавшая в них, может нарушить режим их работы или вывести из строя, в особенности если они полностью оказались под водой. Для режима ближнего света балка монтируется на переднем бампере или врезается в него, для режима дальнего света — монтируется на крыше, а для освещения при заднем ходе ее монтируют на задний бампер или на багажник. Но балку запрещено использовать при повседневном движении по шоссе, т. к. она ослепляет водителей мощным световым потоком [10, 11]. При использовании СД-балки зона, освещаемая ее рассеянным светом, расположена не только по ходу движения автомобиля, но и охватывает боковые сектора. Рассеянно-направленный свет не заставляет напрягаться глаза водителя. Различают одно-, двух- и четырехрядные балки, которые могут иметь различное количество СД — от двух до нескольких десятков. Световой поток балки, зависящий от числа СД, может достигать от 1720 лм

Рис. 4. СД-фары дальнего света: а) Moto-cat MC 4020 RXA; б) Moto-cat MC-13X-040A; в) Moto-cat MC-13X-100A; г) SP10W510; д) SP10W710; е) NANOLED NL-15700-70W; ж) NANOLED NL-2024D-240W; з) CNL-HPX925

Рис. 5. СД-балки: а) однорядная РИФ 171 100 W LED; б) однорядная РИФ 202 54 W LED; в) двухрядная РИФ 30,63 198 W LED; г) двухрядная ближнего-дальнего света LP3W2P/F/DF; д) двухрядная SW 12115-18; е) двухрядная панорамная 120 W Epistar; ж) двухрядная панорамная 400 W OSRAM; з) двухрядная панорамная 480 W OSRAM

Рис. 6. СД-фара рабочего света прямоугольная РИФ 24W SM 651

до 2×10^4 лм и выше. Балки могут быть установлены на боковых частях автомобиля путем монтажа на дверцы или на крышу. СД-балки часто называют СД-планки (LED lightbar, диодные люстры, лайтбары) [12].

СД-фары рабочего света [2, 13] являются разновидностью фар дополнительного света (типичный внешний вид показан на рис. 6) [13, 14]. Рабочие фары могут быть установлены на любых видах транспортных средств и используются на складских погрузчиках, квадроциклах, катерах и лодках. Конкретным примером СД-фары рабочего света может служить модель Hella Power Beam 3000 Close Range Heavy Duty [14]. Материал корпуса — чаще всего металлический сплав с накладкой из ударопрочного пластика. Рассеиватель — ударопрочный прозрачный пластик. Рассеиватель гладкий, СД утоплены в колодцы, представляющие собой отражатели. Светораспределение осуществляется системой отражателей. Фара рабочего света Hella Power Beam 3000 Close Range Heavy Duty полностью герметична и может использоваться в любых условиях. Корпус составной, передняя часть крепится болтами с внутренней «звездочкой», что позволяет, в случае необходимости, заменить рассеиватель или оптический элемент. Место выхода питающих проводов из корпуса изолировано резиновым уплотнителем. Регулировка доступна в двух плоскостях: в горизонтальной — на 360°, в вертикальной — ±45°. Чтобы изменить наклон или поворот фары, придется ослаблять соответствующие болты. Головка вертикального болта крепления фары к основе (кузову автомобиля) не фиксирована, поэтому при затягивании гайки придется использовать два ключа. Боковые болты затягиваются одним ключом. Кронштейн можно переставлять, чтобы расположить его как под, так и над фарой.

СД-фары дневного света приобретают все большее значение среди автомобильных фар. Преимущества таких фар уже отметили многие автолюбители, ведь светодиоды представляются очень хорошим вариантом для автомобильного освещения. Благодаря малой потребляемой мощности и высокому сроку эксплуатации эти СД-фары снижают стоимость расходов на обслуживание автомобиля. Их использование уменьшает расход топлива и, как следствие, снижает количество вредных выбросов в выхлопных газах. СД-фары дневного света в дневное время суток распознаются гораздо лучше по сравнению с обычным ближним светом, повышая безопасность участников автомобильного движения. Этот вариант фар предназначен для установки на любые типы автомобилей, независимо от того, какой свет (галогенный или ксенон) используется в качестве головного. Это небольшие блоки, напоминающие противотуманные фары. Кстати, их удобно ставить в бампер вместе с противотуманными фарами. Фары дневного света реализованы по принципу Plug&Play, то есть «подключай и работай», а по спектру очень близки к ксенону и при этом потребляют энергии в десятки раз меньше галогенных [29]. Фары дневного света чаще всего имеют температуру свечения около 5000 К и делаются из высокопрочного пластика с поликарбонатным покровным стеклом. Для предупреждения перегрева СД предусмотрена система вентиляции и охлаждения. В комплект стандартного набора входят две фары, универсальные крепления, проводка, реле и набор крепления для фар. При правильном подключении светодиодные фары автоматически включаются вместе с запуском двигателя и выключаются при включении габаритного освещения автомобиля либо зажигания [20]. В таблице 3 представлены основные параметры светодиодных автомобильных фар дневного света, а их типичный внешний вид показан на рис. 7а–з [20, 21, 29].

Дополнительные СД-фары дальнего света LED SPOTLIGHT S1040A SPOT [30]

Рис. 7. СД-фары дневного света (ходовой огонь): а) DXO Died DFL-69; б) DXO Died DRL-55; в) DXO Died DRL-73; г) DXO Died DRL-76; д) DXO Died DRL-77; е) DXO Died DRL 6×2; ж) DXO Died DRL-63; з) DXO Died DRL-10

(узкий луч дальнего света) имеют однорядное расположение СД-модулей. Дополнительные СД-фары дальнего света LED SPOTLIGHT выполнены в крепком, ударопрочном металлическом корпусе, который одновременно является радиатором охлаждения светодиодной фары, так как мощные СД имеют свойство сильно нагреваться. Корпус СД-фар обладает хорошей герметичностью, влагозащищенностью и водонепроницаемостью (класс защиты IP68), позволяющей использовать дополнительные СД-фары в любых погодных условиях. Универсальное крепление с резиновыми амортизаторами позволяет закрепить фары на различных транспортных средствах — грузовых и легковых автомобилях, внедорожниках и вездеходах, мотоциклах, квадроциклах, снегоходах, на различной строительной технике, а также на водном транспорте. Установка таких фар возможна на любую технику, имеющую напряжение бортовой сети электропитания 9–30 В постоянного тока. В СД-фарах используются современные СД фирмы Cree мощностью 10 Вт, которые, в сочетании с оптическими отражателями, при малом потреблении тока выдают очень мощный световой поток (860 лм — CREE XM-L T6 10w), намного превышающий световой поток автомобильных фар. Дополнительные СД-фары имеют разный угол и дальность освещения; так, например, SPOT — узкий луч дальнего света, FLOOD — широкий луч рабочего света, что позволяет использовать светодиодные фары для различных целей.

Рассмотрим теперь СД противотуманные фары (Fog Light или Fog Lamp) [2, 15, 16]. Они используются в любом современном автомобиле для езды в плохих погодных условиях: туман, дождь, снегопад. Их особенность — направленность луча подсвета вниз, на полосу дороги [6]. Известно, что дальний свет фар, рассеиваясь в обратном направлении от капель тумана, дождя или снежинок, снижает контраст в наблюдаемой сцене и лишает водителя возможности ее видеть [2]. Поэтому в такой ситуации и применяют противотуманые фары, которые имеют широкую диаграмму направленности света по горизонтали и очень узкую по вертикали. Основная задача таких фар — светить как бы под туман, дождь и снег, снижая указанный выше эффект ухудшения видимости. Дело в том, что туман стелется не вплотную к земле, до нее есть еще свободный от тумана промежуток. Вот именно в эту полосу и должен попасть свет противотуманных фар. Достигается это их низким расположением [16]. При этом верхняя светотеневая граница должна быть максимально резкой, рассеяние света в вертикальной плоскости около 5°, в горизонтальной плоскости — 60°. Максимум силы света должен быть приближен к верхней светотеневой границе. Противотуманные СД-фары с функцией Corner обеспечивают еще больший угол подсвета по горизонту по отношению к продольной оси автомобиля: от –30 до +60° [15]. В таблице 4 представлены основные параметры светодиодных автомобильных противотуманных фар, а их типичный внешний вид показан на рис. 8а–д [15–18].

При расположении противотуманых фар в нижней части бампера они подвергаются вибрациям, воздействию резкого перепада температур, дождя и снега. В этой связи СД-фары являются оптимальным решением,

Таблица 3. Светодиодные автомобильные фары дневного света (напряжение питания U = 12 В)

Модель	P, Вт	Ф, лм/$T_{цв}$, К	Количество СД (их тип)	Габариты, мм
DXO Dled DRL Tiger Eye 10W	10	1000/6000	2 (Cree 5W CXA1304)	150×55×63
DXO Dled DRL-69	30	800/6000	10 (Cree HP 3W)	57×73×73
DXO Dled DRL-55	3	400/6000	16 (Cree 0,2W SMD 3028 fSMD 1210)	160×23×36
DXO Dled DRL-77	16	1600/6000	80 (Cree 0,2W 5630 SMD)	160 ×11×6
DXO Dled DRL-73	4,32	460/6000	18 (Cree 0,25W)	31×90×90
DXO Dled DRL-76	6	850/6000	15 (Cree 0,4W)	159 ×43×12
DXO-Dled DRL-5	3	380/6000	1 (Cree 3W)	Ø26
DXO Dled DRL-6x2	18	2400/6000	6 (Cree 3W)	Ø20
DXO Dled DRL-63	5,76	600/6000	12 (Cree 0,2W)	395×20×13
DXO Dled DRL-10	3,5	620/6000	9 (Cree 0,4W)	Ø70×45

Примечание: P — мощность, Ф — световой поток, I — ток питания, $T_{цв}$ — цветовая температура, $\Delta t_р$ — диапазон рабочих температур.

Таблица 4. Светодиодные автомобильные противотуманные фары (Dtp — –40...+60 °C, класс защиты IP67)

Модель	P, Вт	Ф, лм/$T_{цв}$, К	Количество СД (их тип)	U, В	Габариты, мм
РИФ 8" 10W LED	40	900/5000–5500	4 (Cree 10W)	9–30	208 (длина)
ПГФ	18	1000/6000	18 (Cree 1W)	9–30	Ø90×70/–
Optima LFL024	10	1200/5100	1 (Cree 10W)	12–24	Ø90/–
Optima LFL 020		1000/5100	1 (Epistar 10W)	12	Ø95×75
Optima LFL021		2000/5100	1 (Osram 10W)	12	Ø95
Optima LFL022		1200/5100	1 (Epistar 10W)	12–24	Ø90
РИФ 4,5" 30W LED	30	1400/6000	6 (Cree 5W)	9–30	
Optima LFL026		3000/5100	3 (Cree 10W)	12–24	Ø90
Optima LFL027		3200/5100	3 (Cree 10W)	12–24	Ø90

Примечание: P — мощность, Ф — световой поток, U — напряжение питания, I — ток питания, $T_{цв}$ — цветовая температура.

Рис. 8. Противотуманные СД-фары: а) OPTIMA LED FOG LIGHT 020; б) OPTIMA LED FOG LIGHT 021; в) OPTIMA LED FOG LIGHT 024; г) OPTIMA LED FOG LIGHT 026; д) OPTIMA LED FOG LIGHT 027

поскольку диапазон рабочих температур СД — –60…+50 °С и они обладают прочими, указанными выше, положительными свойствами [16]. Лучше всего, чтобы эти фары имели желтый (янтарный) цвет свечения, т. к. белый или синий цвет будут слишком ослеплять водителей автомашин, движущихся по встречной полосе. Лучше всего для установки на автомобиль применять противотуманные СД-фары в круглом корпусе. Такие фары должны состоять из монолитного блока, в котором содержатся СД и радиатор охлаждения. Необходим также блок управления, который позволит правильно использовать фару в режиме дневного света (ходовых огней) [17]. На вседорожнике такие фары чаще всего располагаются на «кенгуринге», непосредственно на решетке радиатора или врезаются в бампер. Рекомендуется при этом использовать отдельные кнопки для включения этих фар, а также необходимо на автомашине устанавливать пару одинаковых по цвету фар или одну СД противотуманную балку [18].

Гарантийный срок службы СД-фар любого типа составляет обычно не менее двух лет. ●

Литература

1. www.avtoopt.ru/articles/products/3300225.
2. www.off-rjad-light.ru/index.php?option=com_cintent&view=articlesid=618Intemid=147.
3. http://amastercar.ru/blog/budushee-za-svet.
4. Httpo://car4man.com/poleznyak/chto-takoe-svetodiodnye-fary.
5. http://zap-online.ru/avtonovosti/svetodiodnye-fary-O avtomobilyah-chto-eto-kak-rabotaet- i-kupit.
6. http://v-mireauto.ru/vidy-far-avtomobilya.
7. www.rif4x4.ru/catalog/forar-fara_voditelckogo_ sveta_rif_7_
8. www.off-road-shop.ru/catalog/Vnedorojnik/Fary.
9. www.fulldrive.shop.ru/product/3006/.
10. http://xenon-lampa.ru/cat-dopolnitelnoe-osvechtnie/a-pravila-montazha-svetodiodnoj-balki.
11. http://offroparts.ru/avtomobilnye-balky-lustri.html.
12. www.ledbalka.ru/news/Chto-takoe-svetodiodnye-balkj.
13. http://offroadparts.ru/svetodiod.
14. www.autoldela.ru/main/tec.
15. http://carnovato.ru/protivotumannye-fary-svetodiodnye/
16. www.dled.ru/catalog/protivotumannye-fary-svetodiodnye-avtolampy0h1-h2-h3-h4-h7-h8-h11.
17. http:led-obzor.ru/svetodiodnye-protivotumannye-fari-kupit.
18. http://offroadparts.ru/svetodiodnye-protivotumannye-fary.html.
19. http://drivehelp.ru/newtech-optica/cvetodiodnye-fary/
20. http://electronik-avto.ru/publ/fary_dnevnogo_sveta_svetodiodnye/1-1-0-227.
21. http://salda.ws/video.php?-id=s7bZfnofThE.
22. http://maskintop.ru/articles.php?id=2251.
23. www.led-performance.ru/product_by_
24. www.4offroad.ru/product-fara-svetodiodi.
25. www.fulldrive-shop.ru.
26. www.ox-road.ru.
27. www.sv-et/product.
28. www.realxenon.ru/shop/43795.html.
29. http://drivehelp.ru/newtech-optica/cvetodiodnye-fary/
30. http://led/spotlight.ru.